

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

Yuji YASUI et al.

Application No.: New Application

Filed: November 7, 2003

Attorney Dkt. No.: 59278.00008

For: DEGRADATION DETERMINING SYSTEM AND METHOD FOR EXHAUST GAS
SENSOR, AND ENGINE CONTROL UNIT

CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 USC § 119

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

November 7, 2003

Sir:

The benefit of the filing dates of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:


Japanese Patent Application No. 2002-325606 filed on November 6, 2002 in Japan

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Please charge any fee deficiency or credit any overpayment with respect to this paper to
Counsel's Deposit Account No. 50-2222.

Respectfully submitted,



Douglas H. Goldhush
Registration No. 33,125

Customer No. 32294
SQUIRE, SANDERS & DEMPSEY LLP
14TH Floor
8000 Towers Crescent Drive
Tysons Corner, Virginia 22182-2700
Telephone: 703-720-7800
Fax: 703-720-7802

DHG:lls

Enclosure: Priority Document (1)

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日 2002年11月8日
Date of Application:

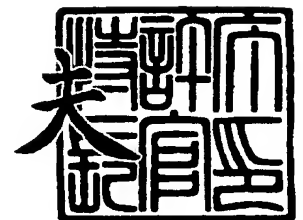
出願番号 特願2002-325606
Application Number:
[ST. 10/C]: [JP 2002-325606]

出願人 本田技研工業株式会社
Applicant(s):

2003年9月24日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康



出証番号 出証特2003-3078315



【書類名】 特許願

【整理番号】 H102274401

【提出日】 平成14年11月 8日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 F02D 41/14

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
 究所内

 【氏名】 安井 裕司

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
 究所内

 【氏名】 石川 洋祐

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研
 究所内

 【氏名】 箕輪 信太郎

【特許出願人】

 【識別番号】 000005326

 【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100095566

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 高橋 友雄

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 059455

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

【物件名】

図面 1

【物件名】

要約書 1

【プルーフの要否】

要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 排ガスセンサの劣化判定装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内燃機関から排気通路に排出された排気ガス中の所定の成分の量を表す検出信号を出力する排ガスセンサの劣化を、当該排ガスセンサの出力に基づいて判定する排ガスセンサの劣化判定装置であって、

前記排ガスセンサの劣化を判定するための判定用入力を生成する判定用入力生成手段と、

当該生成された判定用入力を、 $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズム、 $\Sigma\Delta$ 変調アルゴリズムおよび Δ 変調アルゴリズムのいずれか 1 つに基づいて変調することにより、変調出力を生成する変調出力生成手段と、

当該生成された変調出力に応じて、前記内燃機関の燃料噴射量を制御する制御手段と、

当該制御手段により前記燃料噴射量が制御されているときの前記排ガスセンサの出力に基づいて、当該排ガスセンサの劣化を判定する劣化判定手段と、

を備えることを特徴とする排ガスセンサの劣化判定装置。

【請求項 2】 前記排ガスセンサの出力が入力されるとともに、当該排ガスセンサの出力のうちの前記判定用入力の周波数域を含む所定の周波数域の成分を通過させるようにフィルタリングするバンドパスフィルタをさらに備え、

前記劣化判定手段は、前記バンドパスフィルタによりフィルタリングされた前記排ガスセンサの出力に基づいて、当該排ガスセンサの劣化を判定することを特徴とする、請求項 1 に記載の排ガスセンサの劣化判定装置。

【請求項 3】 前記劣化判定手段は、前記制御手段による前記燃料噴射量の制御の開始時から所定時間が経過した後の前記排ガスセンサの出力に基づいて、当該排ガスセンサの劣化を判定することを特徴とする、請求項 1 または 2 に記載の排ガスセンサの劣化判定装置。

【請求項 4】 前記劣化判定手段は、前記排ガスセンサの出力の振幅の変化状態に基づいて、当該排ガスセンサの劣化を判定することを特徴とする、請求項 1 ないし 3 のいずれかに記載の排ガスセンサの劣化判定装置。

【請求項 5】 前記排ガスセンサから互いに異なるタイミングで出力された複数回分の出力を積算した積算値を生成する積算値生成手段をさらに備え、

前記劣化判定手段は、当該生成された積算値に基づいて、前記排ガスセンサの劣化を判定することを特徴とする、請求項 1 ないし 4 のいずれかに記載の排ガスセンサの劣化判定装置。

【請求項 6】 前記制御手段は、前記変調出力生成手段によって生成された前記変調出力に所定値を加算した値に応じて、前記燃料噴射量を制御することを特徴とする、請求項 1 ないし 5 のいずれかに記載の排ガスセンサの劣化判定装置。

【請求項 7】 前記排ガスセンサは、排気ガス中の酸素濃度を表す検出信号を出力する空燃比センサであり、

前記燃料噴射量を、前記空燃比センサの出力に応じて補正する補正手段をさらに備えていることを特徴とする、請求項 1 ないし 6 のいずれかに記載の排ガスセンサの劣化判定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】


【発明の属する技術分野】

本発明は、内燃機関から排気通路に排出された排気ガス中の所定の成分の量を表す検出信号を出力する排ガスセンサの劣化を、排ガスセンサの出力に基づいて判定する排ガスセンサの劣化判定装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来、この種の判定装置として、例えば特許文献 1 に開示されたものが知られている。この判定装置は、排気ガス中の酸素濃度を表す検出信号を出力する空燃比センサの劣化を判定するものであり、空燃比センサの出力に応じた、内燃機関に供給される混合気の空燃比のフィードバック制御の実行中に、上記空燃比センサの劣化が判定される。具体的には、空燃比センサの出力が理論空燃比に相当するしきい値よりも例えばリッチ側を示すときには、混合気を制御するための空燃比補正係数を所定量ずつ減少させることによって、空燃比をリーン側に徐々に制



御する。その後、この制御状態を、空燃比センサの出力が上記しきい値をリーン側に横切った時点から所定時間が経過するまで継続する。そして、この所定時間が経過したときには、空燃比補正係数を所定量ずつ増加させることによって、空燃比をリッチ側に徐々に制御する。その後、この制御状態を、空燃比センサの出力が前記しきい値をリッチ側に横切った時点から所定時間が経過するまで継続する。以上のようなリーン側およびリッチ側への空燃比制御を繰り返し実行し、そのときに得られた空燃比センサの出力の周期が所定の判定値以上であるときに、空燃比センサが劣化していると判定される。

【0003】

【特許文献1】

特許第2978960号公報（第4頁7欄～第8頁15欄、図3および7～10）

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、上述した従来の劣化判定装置によれば、空燃比を漸増および漸減させるので、劣化判定中、運転者の意図しないアクセルペダルの微妙な踏み込み量の変化などに起因して、スロットル弁の開度が変化した場合には、それに応じて燃料量が増減制御されることにより、空燃比が変動するため、上述した空燃比センサの出力の周期が変動してしまう。また、燃料の付着性のばらつきなどに起因して、同じ燃料噴射量であっても、実際の空燃比がばらつく場合があり、その場合にも、上述した空燃比センサの出力の周期が変動してしまう。以上のような空燃比制御中の空燃比の予期しない変動に起因するノイズが、空燃比センサの出力に混入することにより、劣化判定の精度が低下してしまうおそれがある。

【0005】

本発明は、このような課題を解決するためになされたものであり、空燃比制御中の予期しない空燃比の変動が生じたときでも、この変動に起因するノイズによる排ガスセンサの出力への影響を抑制しながら、排ガスセンサの劣化を判定することができ、それにより、この判定の精度を向上させることができる排ガスセンサの劣化判定装置を提供することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】

この目的を達成するため、請求項1による発明は、内燃機関3から排気通路（実施形態における（以下、本項において同じ）排気管6）に排出された排気ガス中の所定の成分の量を表す検出信号を出力する排ガスセンサ（LAFセンサ12）の劣化を、排ガスセンサの出力（LAFセンサ12の出力KACT）に基づいて判定する排ガスセンサの劣化判定装置1であって、排ガスセンサの劣化を判定するための判定用入力（判定用入力信号IDSIN）を生成する判定用入力生成手段（ECU2、ファンクションジェネレータ32）と、生成された判定用入力を、 $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズム、 $\Sigma\Delta$ 変調アルゴリズムおよび Δ 変調アルゴリズムのいずれか1つに基づいて変調することにより、変調出力（DSM出力 $u(k)$ 、DSMSGNS(k)、SDM出力 $u_s(k)$ 、DM出力 $u_d(k)$ ）を生成する変調出力生成手段（ECU2、DSMコントローラ33、図8のステップ26および27、SDMコントローラ51、DMコントローラ61）と、生成された変調出力に応じて、内燃機関3の燃料噴射量（燃料噴射時間TOUT）を制御する制御手段（ECU2）と、制御手段により燃料噴射量が制御されているときの排ガスセンサの出力に基づいて、排ガスセンサの劣化を判定する劣化判定手段（ECU2、判定器38、図7のステップ14～16）と、を備えることを特徴とする。

【0007】

この排ガスセンサの劣化判定装置によれば、排ガスセンサの劣化を判定するための判定用入力が、 $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズム、 $\Sigma\Delta$ 変調アルゴリズムおよび Δ 変調アルゴリズムのいずれか1つに基づいて変調されることにより、変調出力が生成され、この変調出力に応じて、燃料噴射量が制御されるとともに、そのように燃料噴射量が制御されているときの排ガスセンサの出力に基づいて、排ガスセンサの劣化が判定される。上述した3つの変調アルゴリズムでは、+1または-1値の信号が出力されるので、変調出力のゲインを適切な値に設定することで、燃料噴射量を比較的大きな振幅で変化させることができ、それにより、前述した予期しない空燃比の変動幅を生じる燃料噴射量の変動幅よりも大きな振幅で、燃料噴

射量を変化させることができる。それにより、予期しない空燃比の変動を、上述した燃料噴射量の制御による空燃比の変化幅内に埋没させることができ、その結果、この予期しない空燃比の変動に起因するノイズが排ガスセンサの出力に与える影響を、抑制することができる。また、そのように、排ガスセンサの出力への予期しない空燃比の変動に起因するノイズの影響が抑制された状態で得られた排ガスセンサの出力に基づいて、排ガスセンサの劣化が判定されるので、この判定の精度を向上させることができる。

【0008】

請求項2に係る発明は、請求項1に記載の排ガスセンサの劣化判定装置1において、排ガスセンサの出力が入力されるとともに、排ガスセンサの出力のうちの判定用入力₁の周波数（所定の周波数 f_{id} ）域を含む所定の周波数域の成分を通過させるようにフィルタリングするバンドパスフィルタ35（ECU2、図7のステップ9）をさらに備え、劣化判定手段は、バンドパスフィルタ35によりフィルタリングされた排ガスセンサの出力（フィルタリング値 $KACT_F$ ）に基づいて、排ガスセンサの劣化を判定することを特徴とする。

【0009】

この構成によれば、バンドパスフィルタによりフィルタリングされた排ガスセンサの出力、すなわち、排ガスセンサの出力のうちの判定用入力₁の周波数域を含む所定の周波数域の成分に基づいて、排ガスセンサの劣化が判定される。このように、排ガスセンサの出力を、バンドパスフィルタでフィルタリングすることにより、フィルタリング前の排ガスセンサの出力中に、予期しない空燃比の変動に起因するノイズが含まれていた場合でも、このノイズを排除することができる。したがって、そのようなノイズが排ガスセンサの出力に与える影響を排除しながら、排ガスセンサの劣化を判定することができるので、この判定の精度をさらに向上させることができる。

【0010】

請求項3に係る発明は、請求項1または2に記載の排ガスセンサの劣化判定装置1において、劣化判定手段は、制御手段による燃料噴射量の制御の開始時から所定時間（所定の待機時間 TM_KACTFD ）が経過した後（図7のステップ

11) の排ガスセンサの出力に基づいて、排ガスセンサの劣化を判定することを特徴とする。

【0011】

この構成によれば、排ガスセンサの劣化の判定が、制御手段による燃料噴射量の制御の開始時から所定時間が経過した後の排ガスセンサの出力に基づいて行われる。それにより、制御手段によって燃料噴射量が確実に制御された後に得られた排ガスセンサの出力に基づいて、劣化を判定することができるので、請求項1における前述したような燃料噴射量の制御による作用効果を、確実に得ることができる。

【0012】

請求項4に係る発明は、請求項1ないし3のいずれかに記載の排ガスセンサの劣化判定装置1において、劣化判定手段は、排ガスセンサの出力の振幅の変化状態（振幅絶対値KACT__FA）に基づいて、当該排ガスセンサの劣化を判定する（図11のステップ30、33、15および16）ことを特徴とする。

【0013】

この構成によれば、排ガスセンサの劣化が、その出力の振幅の変化状態に基づいて判定される。前述したように、燃料噴射量を変調出力に応じて制御することにより、空燃比を比較的大きな振幅で精度良く変化させることができるので、排ガスセンサが正常であれば、その出力は上記の振幅に対応するような振幅で変化する。したがって、上述したように、排ガスセンサの出力の変化の振幅に基づいて、排ガスセンサの劣化を判定することができる。

【0014】

請求項5に係る発明は、請求項1ないし4のいずれかに記載の排ガスセンサの劣化判定装置1において、排ガスセンサから互いに異なるタイミングで出力された複数回分の出力を積算した積算値（判定パラメータLAF__DLYP）を生成する積算値生成手段（ECU2、積分器37、図7のステップ12）をさらに備え、劣化判定手段は、生成された積算値に基づいて、当該排ガスセンサの劣化を判定することを特徴とする。

【0015】

この構成によれば、排ガスセンサの劣化が、排ガスセンサから互いに異なるタイミングで出力された複数回分の出力の積算値に基づいて判定される。それにより、排ガスセンサの出力に、予期しない空燃比の変動に起因するノイズが一時的に含まれた場合、このノイズによる排ガスセンサの出力への影響をより一層排除しながら、排ガスセンサの劣化を判定することができるので、排ガスセンサの劣化判定を精度良く行うことができる。

【0016】

請求項6に係る発明は、請求項1ないし5のいずれかに記載の排ガスセンサの劣化判定装置1において、制御手段は、変調出力生成手段によって生成された変調出力に所定値（所定のオフセット値IDOF T）を加算した値に応じて、燃料噴射量を制御することを特徴とする。

【0017】

例えば、本発明の変調出力に応じた燃料噴射量の制御と並行して、混合気の空燃比を目標空燃比になるように制御する空燃比制御を実行した場合、内燃機関の特性（燃料の付着特性およびインジェクタの応答性など）によっては、実際の空燃比が上記目標空燃比よりもリーン側またはリッチ側にずれることがあり、その場合には、排気ガスを浄化する三元触媒の浄化能力が十分に発揮されず、排気ガス特性が低下するおそれがある。しかし、上述した構成によれば、燃料噴射量が、変調出力に所定値を加算した値に応じて制御されるので、この所定値を上述したような空燃比のずれを補償するような値に予め設定しておくことにより、上述した空燃比のずれによる排気ガス特性の低下を防止することができる。したがって、劣化判定中において、排気ガス特性を良好に維持することができる。

【0018】

請求項7に係る発明は、請求項1ないし6のいずれかに記載の排ガスセンサの劣化判定装置1において、排ガスセンサは、排気ガス中の酸素濃度を表す検出信号を出力する空燃比センサであり、燃料噴射量を、空燃比センサの出力に応じて補正する補正手段（ECU2、F/B補償器34）をさらに備えていることを特徴とする。

【0019】

この構成によれば、燃料噴射量が、空燃比センサの出力に応じて補正される。それにより、前述したように、内燃機関の特性に起因して、実際の空燃比が目標空燃比よりもリーン側またはリッチ側にずれた場合でも、このずれを抑制することができるので、このずれによる排気ガス特性の低下を防止することができる。

【0020】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態を詳細に説明する。図1は、本発明の第1実施形態による劣化判定装置1、およびこれを適用したLAFセンサ12（排ガスセンサ）を備える内燃機関（以下「エンジン」という）3を概略的に示す。また、劣化判定装置1は、ECU2を備えている。

【0021】

エンジン3は、例えば直列4気筒ガソリンエンジンであり、その吸気管4のインテークマニホールド（図示せず）には、各気筒の燃焼室（図示せず）に臨むように、インジェクタ5（1つのみ図示）が取り付けられている。このインジェクタ5の開弁時間である燃料噴射時間TOUT（燃料噴射量）は、ECU2からの駆動信号により制御される。さらに、吸気管4には、インジェクタ5よりも上流側でスロットル弁（図示せず）の下流側に、吸気管内絶対圧センサ11が設けられている。この吸気管内絶対圧センサ11は、例えば半導体絶対圧センサなどで構成され、吸気管4内の絶対圧PBAを検出し、その検出信号をECU2に送る。

【0022】

エンジン3の排気管6（排気通路）には、上流側から順に、LAFセンサ12および三元触媒7がそれぞれ取り付けられている。LAFセンサ12は、リッチ領域からリーン領域までの広範囲な空燃比の領域において、排気ガス中の酸素濃度をリニアに検出し、その酸素濃度に比例する出力KACT（排ガスセンサの出力）をECU2に送る。この出力KACTは、空燃比の逆数に比例する当量比として表される。三元触媒7は、所定温度（例えば300℃）以上で活性化することにより、通過する排気ガス中の有害物質（炭化水素（HC）、COおよびNOx）を、酸化・還元作用によって浄化するものであり、その浄化能力は、空燃比

が理論空燃比であるとき、すなわち L A F センサ 1 2 の出力 K A C T の値が 1 . 0 (理論空燃比の当量比相当値) を示すときに最も高くなる。

【0023】

E C U 2 には、クランク角センサ 1 3 から、クランクシャフト (図示せず) の回転に伴い、いずれもパルス信号である C R K 信号および T D C 信号が、車速センサ 1 4 から、車両 (図示せず) の速度 (以下「車速」という) V P を表す検出信号が、それぞれ出力される。上記 C R K 信号は、所定のクランク角 (例えば 3 0 °) ごとに出力され、E C U 2 は、この C R K 信号に基づき、エンジン 3 の回転数 (以下「エンジン回転数」という) N E を求める。T D C 信号は、各気筒のピストン (図示せず) が吸気行程開始時の T D C 位置よりも若干、手前の所定のクランク角位置にあることを表すパルス信号であり、所定クランク角ごとに出力される。

【0024】

また、E C U 2 には、警告ランプ 2 0 が接続されており、E C U 2 は、後述する劣化判定処理により、L A F センサ 1 2 が劣化していると判定したときに、その旨を運転者に知らせるべく、この警告ランプ 2 0 を点灯させる。

【0025】

E C U 2 は、I / O インターフェース、C P U、R A M および R O M などからなるマイクロコンピュータで構成されており、前述した各種のセンサ 1 1 ~ 1 4 からの出力に応じて、エンジン 3 の運転状態を判別するとともに、判別した運転状態に応じ、R O M に記憶された制御プログラムおよびデータや、R A M に記憶されたデータなどに従って、インジェクタ 5 の燃料噴射時間 T O U T を気筒ごとに算出し、この燃料噴射時間 T O U T に基づく駆動信号を、インジェクタ 5 に出力することにより、エンジン 3 の混合気の空燃比を制御する。より具体的には、L A F センサ 1 2 の出力 K A C T が目標空燃比 K C M D に収束するように、空燃比をフィードバック (以下「F / B」という) 制御する。また、E C U 2 は、エンジン回転数 N E および吸気管内絶対圧 P B A に応じて、図示しないマップを検索することにより、目標空燃比 K C M D を設定する。さらに、E C U 2 は、後述するように、L A F センサ 1 2 の出力 K A C T に基づいて、L A F センサ 1 2 の

劣化を判定する劣化判定処理を実行するとともに、この処理中、後述する劣化判定用の空燃比制御を実行する。なお、本実施形態では、ECU2により、判定用入力生成手段、変調出力生成手段、制御手段、劣化判定手段、バンドパスフィルタ、積算値生成手段および補正手段が構成されている。

【0026】

図2に示すように、劣化判定装置1は、所定の係数を設定（生成）する判定用入力信号生成部30、上記所定の係数に応じて燃料噴射時間TOUTを算出する燃料噴射時間算出部40、およびLAFセンサ12の劣化を判定する劣化判定部31を備えており、これらはいずれも、ECU2により構成されている。

【0027】

判定用入力信号生成部30は、ファンクションジェネレータ32（判定用入力生成手段）、DSMコントローラ33（変調出力生成手段）およびF/B補償器34（補正手段）を有している。

【0028】

ファンクションジェネレータ32は、劣化判定処理の実行中に、LAFセンサ12の劣化を判定するための判定用入力信号IDSIN（判定用入力）を生成し、この信号をDSMコントローラ33に出力する。この判定用入力信号IDSINは、所定の周波数fid（例えば2Hz）（判定用入力の周波数）に設定された正弦波である。

【0029】

DSMコントローラ33は、劣化判定処理の実行中に、 $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズムを応用した制御アルゴリズムにより、ファンクションジェネレータ32により生成された判定用入力信号IDSINに基づいて、燃料反映係数KIDDSMを算出（生成）するものである。このDSMコントローラ33および燃料反映係数KIDDSMの算出の詳細については後述する。

【0030】

F/B補償器34は、F/B補正係数KAFを算出するものである。このF/B補正係数KAFは、オブザーバフィードバック補正係数 $\#nKLAF$ と補正係数KFBを互いに乗算した値に設定される。なお、オブザーバフィードバック補

正係数 $n_{K L A F}$ は、オブザーバにより $L A F$ センサ12の出力 $K A C T$ から推定された気筒ごとの実際の空燃比に応じて、 $P I D$ 制御により算出される。また、補正係数 $K F B$ は、 $L A F$ センサ12の出力 $K A C T$ と目標空燃比 $K C M D$ との偏差に応じて $P I D$ 制御により算出した値に、または、Self Tuning Regulator型の適応制御器（図示せず）により算出した係数を目標空燃比 $K C M D$ で乗算した値に、エンジン3の運転状態に応じて設定される。

【0031】

燃料噴射時間算出部40は、上述したように算出された燃料反映係数 $K I D D S M$ と F/B 補正係数 $K A F$ とを互いに乗算した値、エンジン回転数 $N E$ および吸気管内絶対圧 $P B A$ などのエンジン3の運転状態、ならびに目標空燃比 $K C M D$ などに基づいて、燃料噴射時間 $T O U T$ を算出する。

【0032】

劣化判定部31は、バンドパスフィルタ35、演算器36、積分器37（積分値生成手段）および判定器38（劣化判定手段）を有している。

【0033】

バンドパスフィルタ35は、前述した判定用入力信号 $I D S I N$ の周波数である所定の周波数 $f i d$ 域を通過させるように、 $L A F$ センサ12の出力 $K A C T$ をフィルタリングし、それにより、フィルタリング値 $K A C T_F$ （フィルタリングされた排ガスセンサの出力）を生成する。このバンドパスフィルタ35は、図3に示すようなゲイン特性および位相特性を有しており、そのゲインは、周波数が所定の周波数 $f i d$ のときに、0 dBの値となるように設定されている。このバンドパスフィルタ35では、次式（1）により、フィルタリング値 $K A C T_F$ が算出（生成）される。

$$K A C T_F(k) = a_1 \cdot K A C T_F(k-1) + a_2 \cdot K A C T_F(k-2) + a_3 \cdot K A C T_F(k-3) + b_0 \cdot K A C T(k) + b_1 \cdot K A C T(k-1) + b_2 \cdot K A C T(k-2) + b_3 \cdot K A C T(k-3) \quad \cdots \cdots (1)$$

ここで、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 b_0 、 b_1 、 b_2 および b_3 は、所定のフィルタ係数である。

【0034】

演算器36は、上述したように算出されたフィルタリング値 $K A C T_F$ の振

幅の絶対値である振幅絶対値 $KACT_FA$ (排ガスセンサの出力の振幅の変化状態) を算出 (生成) する。積分器 37 は、この振幅絶対値 $KACT_FA$ を後述するように積算することにより、判定パラメータ LA_DLYP (積算値) を算出 (生成) する。判定器 38 は、この判定パラメータ LA_DLYP に基づいて、 LA センサ 12 の劣化を後述するように判定する。

【0035】

次に、前述した DSM コントローラ 33 について説明する。この説明の前に、その基礎となる一般的な $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズムについて説明する。図 4 は、 $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズムを適用したコントローラ 41 により、制御対象 42 を制御する制御系の構成を示している。同図に示すように、このコントローラ 41 では、差分器 41a により、参照入力 $r(k)$ と遅延素子 41b で遅延された DSM 出力 $u(k-1)$ との偏差として、偏差信号 $\delta(k)$ が生成される。次に、積分器 41c により、偏差積分値 $\sigma(k)$ が、偏差信号 $\delta(k)$ と遅延素子 41d で遅延された偏差積分値 $\sigma(k-1)$ との和の信号として生成される。次いで、量子化器 41e (符号関数) により、DSM 出力 $u(k)$ (変調出力) が、この偏差積分値 $\sigma(k)$ を符号化した信号として生成される。そして、以上のように生成された DSM 出力 $u(k)$ が制御対象 42 に入力されることにより、出力信号 $y(k)$ が制御対象 42 から出力される。

【0036】

この $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズムは、以下の式 (2) ~ (4) により表される。

$$\delta(k) = r(k) - u(k-1) \quad \cdots (2)$$

$$\sigma(k) = \sigma(k-1) + \delta(k) \quad \cdots (3)$$

$$u(k) = \text{sgn}(\sigma(k)) \quad \cdots (4)$$

ただし、符号関数 $\text{sgn}(\sigma(k))$ の値は、 $\sigma(k) \geq 0$ のときに $\text{sgn}(\sigma(k)) = 1$ に、 $\sigma(k) < 0$ のときに $\text{sgn}(\sigma(k)) = -1$ に設定される。なお、 $\sigma(k) = 0$ のときに、 $\text{sgn}(\sigma(k)) = 0$ に設定してもよい。

【0037】

図 5 は、以上の制御系の制御シュミレーション結果を示している。同図に示すように、正弦波状の参照信号 $r(k)$ を制御系に入力した場合、DSM 出力 $u(k)$

k) が矩形波状の信号として生成され、これを制御対象 42 に入力することにより、参照入力 $r(k)$ と振幅が異なり、周波数が同じで、ノイズを有するものの全体として同様の波形の出力信号 $y(k)$ が、制御対象 42 から出力される。このように、 $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズムの特性は、参照入力 $r(k)$ から生成された DSM 出力 $u(k)$ を制御対象 42 に入力したときに、制御対象 42 の出力 $y(k)$ が、参照入力 $r(k)$ に対して、異なる振幅、同じ周波数で、全体として同様の波形の信号となるような値として、DSM 出力 $u(k)$ を生成できるという点にある。言い換えれば、DSM 出力 $u(k)$ を、参照入力 $r(k)$ が制御対象 42 の実際の出力 $y(k)$ に再現されるような値として、生成（算出）できるという点にある。

【0038】

DSM コントローラ 33 は、このような $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズムの特性を利用して、LAF センサ 12 の劣化判定中において、LAF センサ 12 の出力 KACT が、前述した予期しない空燃比の変動に伴って変化しないように、燃料反映係数 KIDDSM を生成するものである。すなわち、DSM 出力 $u(k)$ に後述する振幅調整ゲイン F を乗算した値に応じて燃料反映係数 KIDDSM を算出（生成）することにより、この燃料反映係数 KIDDSM を比較的大きな振幅で変化させる。それにより、燃料反映係数 KIDDSM に応じて前述したように算出される燃料噴射時間 TOUT も同様に、比較的大きな振幅で変化させることができるので、予期しない空燃比の変動を生じる燃料噴射時間 TOUT の変動を、上記の燃料噴射時間 TOUT の変化幅内に埋没させることができる。その結果、この変動に起因するノイズによる LAF センサ 12 の出力 KACT への影響を、抑制することができる。以上のように、劣化判定中には、上述したように算出された燃料反映係数 KIDDSM を用いた空燃比制御、すなわち劣化判定用の空燃比制御が実行される。

【0039】

具体的には、図 6 に示すように、この DSM コントローラ 33 では、参照信号 $r(k)$ として、前述したファンクションジェネレータ 32 により生成された判定用入力信号 IDSIN が入力される。次に、差分器 33a により、参照信号 r

(k) と遅延素子 33b で遅延された DSM 出力 $u(k-1)$ との偏差として、偏差信号 $\delta(k)$ が生成される。

【0040】

次いで、積分器 33c により、偏差積分値 $\sigma(k)$ が、偏差信号 $\delta(k)$ と遅延素子 33d で遅延された偏差積分値 $\sigma(k-1)$ との和の信号として生成され、次に、量子化器 33e (符号関数) により、DSM 出力 $u(k)$ が、この偏差積分値 $\sigma(k)$ を符号化した値として生成される。そして、増幅器 33f により、増幅 DSM 出力 $IDDSM(k)$ が、DSM 出力 $u(k)$ を振幅調整ゲイン F で増幅した値として生成され、次に、加算器 33g により、この増幅 DSM 出力 $IDDSM(k)$ に所定のオフセット値 $IDOFT$ (所定値) を加算した値が、燃料反映係数 $KIDDSM(k)$ として生成される。

【0041】

以上の DSM コントローラ 33 の制御アルゴリズムは、以下の式 (5) ~ (9) で表される。

$$\begin{aligned}\delta(k) &= r(k) - u(k-1) \\ &= IDSIN(k) - u(k-1)\end{aligned}\quad \dots\dots (5)$$

$$\sigma(k) = \delta(k) + \sigma(k-1) \quad \dots\dots (6)$$

$$u(k) = \text{sgn}(\sigma(k)) \quad \dots\dots (7)$$

$$IDDSM(k) = F \cdot u(k) \quad \dots\dots (8)$$

$$KIDDSM(k) = IDOFT + IDDSM(k) \quad \dots\dots (9)$$

ここで、振幅調整ゲイン F の値は所定値 (例えば $0.1A/F$) に設定される。また、所定のオフセット値 $IDOFT$ の値は、上記燃料反映係数 $KIDDSM$ に応じて算出された燃料噴射時間 $TOUT$ を用いて空燃比を制御したときに、 LAF センサ 12 の出力 $KACT$ が目標空燃比 $KCMD$ に近づくように、実験により設定される。さらに、符号関数 $\text{sgn}(\sigma(k))$ の値は、 $\sigma(k) \geq 0$ のときに $\text{sgn}(\sigma(k)) = 1$ に、 $\sigma(k) < 0$ のときに $\text{sgn}(\sigma(k)) = -1$ に設定される。なお、 $\sigma(k) = 0$ のときに、 $\text{sgn}(\sigma(k)) = 0$ に設定してもよい。

【0042】

次に、前述した L A F センサ 1 2 の劣化判定処理について、図 7 のフローチャートを参照しながら、詳細に説明する。この処理は、タイマ同期（例えば 10 m s e c 毎）により実行される。まず、ステップ 1 では、劣化判定完了フラグ F _ L O D O N E が「1」であるか否かを判別する。この答が Y E S で、すでに劣化判定が完了している場合には、そのまま本プログラムを終了する。

【0043】

この答が N O で、劣化判定が完了していない場合には、ステップ 2 および 3 において、L A F センサ 1 2 が活性済みであるか否か、および判定条件が成立しているか否かをそれぞれ判別する。前者は、例えば L A F センサ 1 2 の出力電圧とその中心電圧との差が所定値（例えば 0.4 V）よりも小さいときに、L A F センサ 1 2 が活性済みであると判別し、後者は、次の 6 つの条件が全て満たされているときに、車両（図示せず）の運転状態が定常状態であるとして、判定条件が成立していると判別するものである。

(a) 車速 V P が、所定の下限速度 V P L O _ L（例えば 40 k m / h）よりも大きく、かつ所定の上限速度 V P L O _ H（例えば 120 k m / h）よりも小さいこと。

(b) エンジン回転数 N E が、所定の下限回転数 N E L O _ L（例えば 1800 r p m）よりも大きく、かつ所定の上限回転数 N E L O _ H（例えば 2500 r p m）よりも小さいこと。

(c) 吸気管内絶対圧 P B A が、所定の下限圧 P B L O _ L（例えば 360 m m H g）よりも大きく、かつ所定の上限圧 P B L O _ H（例えば 510 m m H g）よりも小さいこと。

(d) 車速 V P の単位時間当たりの変化量の絶対値 $|\Delta V P|$ が、所定の下限值 V P M I（例えば 4 k m / h）よりも小さいこと。

(e) エンジン回転数 N E の単位時間当たりの変化量の絶対値 $|\Delta N E|$ が、所定の下限值 N E M I（例えば 200 r p m）よりも小さいこと。

(f) 吸気管内絶対圧 P B A の単位時間当たりの変化量の絶対値 $|\Delta P B A|$ が、所定の下限值 P B M I（例えば 30 m m H g）よりも小さいこと。

【0044】

以上の6つの条件を判定条件としているのは、次のような理由によるものである。すなわち、後述するように、劣化判定装置1は、燃料反映係数K I D D S Mを前述したように算出することで、燃料噴射時間T O U Tを比較的大きな振幅で変化させることにより、空燃比を比較的大きな振幅で変化させる。そして、この燃料反映係数K I D D S Mによる空燃比の変化に対応するような変化状態を、L A Fセンサ12の出力K A C Tが示しているか否かを判定することにより、L A Fセンサ12の劣化を判定する。また、上述したような6つの条件のいずれかが成立しない場合には、車両が不安定な運転状態にあるために、燃料噴射時間T O U Tを算出するための燃料反映係数K I D D S M以外の係数が変動し、それにより、空燃比が不安定な状態となるおそれがあるので、そのような状態では、上述したように劣化を判定する劣化判定装置1では、L A Fセンサ12の劣化を適正に判定できないおそれがあるためである。

【0045】

したがって、上記ステップ2および3の答のいずれかがN Oであるときには、L A Fセンサ12の劣化を適正に判定できないおそれがあるとして、燃料反映係数K I D D S Mを値1. 0に設定し（ステップ4）、ダウンカウント式の待機タイマのタイマ値T M _ K F Dおよび判定タイマのタイマ値T M _ L O Pをそれぞれ、所定の待機時間T M _ K A C T F D（例えば0. 5 s e c）（所定時間）および所定の判定時間T M _ L O P R D（例えば2. 5 s e c）にセットする（ステップ5および6）とともに、劣化判定が完了していないことを示すために、劣化判定完了フラグF _ L O D O N Eを「0」にセットし（ステップ7）、本プログラムを終了する。このように、L A Fセンサ12が活性済みでないとき、または上述した判定条件が成立していないときには、燃料反映係数K I D D S Mが値1. 0に設定される。それにより、F/B補正係数K A F、目標空燃比K C M Dおよびエンジン3の運転状態などに基づいて、燃料噴射時間T O U Tが算出されることにより、L A Fセンサ12の出力K A C Tが目標空燃比K C M Dになるように、空燃比が制御される。

【0046】

一方、前記ステップ2および3の答のいずれもがY E Sで、L A Fセンサ12

が活性済みであり、かつ判定条件が成立したときには、燃料反映係数 $KIDDSM$ 算出処理を実行する（ステップ 8）。この燃料反映係数 $KIDDSM$ は、前述したように、ファンクションジェネレータ 32 により生成された判定用入力信号 $IDSIN$ に基づいて、DSM コントローラ 33 により算出（生成）されるものである。

【0047】

図 8 は、この燃料反映係数 $KIDDSM$ 算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。まず、ステップ 21 では、RAM に記憶されている、前回のループで算出された DSM 出力の今回値 $DSMSGNS(k)$ [$=u(k)$ 、変調出力] を、前回値 $DSMSGNS(k-1)$ [$=u(k-1)$] として設定する。

【0048】

次いで、RAM に記憶されている、前回のループで算出された偏差積分値の今回値 $DSMSIGMA(k)$ [$=\sigma(k)$] を、前回値 $DSMSIGMA(k-1)$ [$=\sigma(k-1)$] として設定する（ステップ 22）。

【0049】

次に、判定用入力信号 $IDSIN$ から DSM 出力の前回値 $DSMSGNS(k-1)$ を減算した値 [$IDSIN - DSMSGNS(k-1)$] を、偏差信号値 $DSMDELTA$ [$=\delta(k)$] として設定する（ステップ 23）。この処理は、前述した式（5）に相当する。

【0050】

次いで、偏差積分値の前回値 $DSMSIGMA(k-1)$ と偏差信号値 $DSMDELTA$ との和 [$DSMSIGMA(k-1) + DSMDELTA$] を、偏差積分値の今回値 $DSMSIGMA(k)$ として設定する（ステップ 24）。この処理は、前述した式（6）に相当する。

【0051】

次に、ステップ 25～27 において、上記ステップ 24 で算出した偏差積分値の今回値 $DSMSIGMA(k)$ が値 0 以上のときには、DSM 出力の今回値 $DSMSGNS(k)$ を値 1.0 に設定し、値 0 よりも小さいときには、DSM 出

力の今回値 $DSMSGNS(k)$ を値 -1.0 に設定する。以上のステップ 25 ~ 27 の処理は、前述した式 (7) に相当する。

【0052】

次いで、振幅調整ゲイン F と、上記ステップ 26 または 27 で設定された DSM 出力の今回値 $DSMSGNS(k)$ とを互いに乗算した値を、増幅 DSM 出力 $IDDSM$ として設定する (ステップ 28)。この処理が、前述した式 (8) に相当する。

【0053】

次に、ステップ 28 で算出された増幅 DSM 出力 $IDDSM$ とオフセット値 $IDOFT$ との和を、燃料反映係数 $KIDDSM$ として設定し (ステップ 29)、本プログラムを終了する。この処理が、前述した式 (9) に相当する。なお、以上の燃料反映係数 $KIDDSM$ 算出処理の終了に伴い、この燃料反映係数 $KIDDSM$ を用いた空燃比制御、すなわち、前述した劣化判定用の空燃比制御を実行することにより、空燃比を比較的大きな振幅で変化させる。

【0054】

図 7 に戻り、前記ステップ 8 に続くステップ 9 では、フィルタリング値 $KACT_F$ を算出する。前述したように、このフィルタリング値 $KACT_F$ は、前記式 (1) を用いることにより、 LAF センサ 12 の出力 $KACT$ から、前述した判定用入力信号 $IDSIN$ の周波数である所定の周波数 f_{id} 域の値のみを抽出した値として算出される。

【0055】

次いで、ステップ 9 で算出されたフィルタリング値 $KACT_F$ に基づき、振幅絶対値 $KACT_FA$ を算出し (ステップ 10)、前記ステップ 5 でセットされた所定の待機タイマのタイマ値 TM_KFD が値 0 であるか否かを判別する (ステップ 11)。この答が NO で、劣化判定用の空燃比制御の開始時から、所定の待機時間 TM_KACTFD が経過していないときには、前記ステップ 7 を実行し、 LAF センサ 12 の劣化を判定することなく、本プログラムを終了する。このように、劣化判定用の空燃比制御の開始時から所定の待機時間 TM_KACTFD が経過していないときに、 LAF センサ 12 の劣化を判定しないのは、次

の理由による。すなわち、混合気がエンジン 3 の気筒に供給されてから、L A F センサ 1 2 の出力 K A C T がその混合気に応じた値を示すまでには、ある程度の時間遅れを伴う。したがって、上述したように、劣化判定用の空燃比制御の開始時から所定の待機時間 T M _ K A C T F D が経過するのを待つことにより、劣化判定用の空燃比制御によって空燃比が確実に制御された後に得られた L A F センサ 1 2 の出力 K A C T に基づいて、劣化判定を適切に行えるようにするためである。また、所定の待機時間 T M _ K A C T F D による、劣化判定用の空燃比制御の開始時からの待機時間は、フィルタリング値 K A C T _ F の初期応答が減衰するのを待つことにより、フィルタリング値 K A C T _ F が安定した状態になるのを待つ役割も兼ねている。

【0056】

したがって、このステップ 1 1 の答が Y E S で、T M _ K F D = 0 のときには、劣化判定用の空燃比制御により空燃比が制御された状態であるとして、判定パラメータ L A F _ D L Y P を算出する（ステップ 1 2）。この場合、判定パラメータ L A F _ D L Y P は、その前回値と振幅絶対値 K A C T _ F A の和として算出される。なお、今回のループが本プログラムの開始直後のループである場合、判定パラメータ L A F _ D L Y P は、そのときの振幅絶対値 K A C T _ F A に設定される。

【0057】

ステップ 1 2 に続くステップ 1 3 では、前記ステップ 6 でセットされた判定タイマのタイマ値 T M _ L O P が値 0 であるか否かを判別する。この答が N O のときには、前記ステップ 7 を実行し、L A F センサ 1 2 の劣化を判定することなく、本プログラムを終了する。

【0058】

ステップ 1 3 の答が Y E S で、T M _ L O P = 0、すなわち、劣化判定用の空燃比制御の開始時から所定の判定時間 T M _ L O P R D に相当する複数回分、判定パラメータ L A F _ D L Y P の算出が繰り返し、実行されたときには、そのときの判定パラメータ L A F _ D L Y P が所定の判定値 L A F _ D L Y P _ O K （例えば 0.001）以上であるか否かを判別する（ステップ 1 4）。以上のように

に、判定パラメータ LAF_DLYP は、本プログラムの実行ごとに算出された振幅絶対値 $KACT_FA$ を、前記空燃比制御の開始時から所定の判定時間 TM_LOPRD が経過するまで積算した値に設定される。

【0059】

ステップ14の答がNOで、 $LAF_DLYP < LAF_DLYP_OK$ のときには、燃料反映係数 $KIDDSM$ に応じて前述したように算出した燃料噴射時間 $TOUT$ によって空燃比を比較的大きな振幅で変化させても、この変化に対応するような変化状態を、 LAF センサ12の出力 $KACT$ が示していないため、 LAF センサ12が劣化しているとして、劣化フラグ $F_LAFOB D$ を「1」にセットするとともに、劣化判定完了フラグ F_LODONE を「1」にセットし（ステップ15）、本プログラムを終了する。これに伴い、 LAF センサ12の劣化を示す警告ランプ20が点灯される。

【0060】

一方、前記ステップ14の答がYESで、 $LAF_DLYP \geq LAF_DLYP_OK$ のときには、 LAF センサ12の出力 $KACT$ が、比較的大きな振幅で変化する空燃比に対応するように十分に变化しており、 LAF センサ12が正常であるとして、劣化判定完了フラグ F_LODONE を「1」にセットし（ステップ16）、本プログラムを終了する。この場合、劣化フラグ $F_LAFOB D$ は「0」に維持される。

【0061】

図9および図10は、上述した劣化判定処理を行ったときの動作例を、 LAF センサ12が正常である場合と劣化している場合についてそれぞれ示している。なお、これらの動作例では、所定のオフセット値 $IDOF T$ は、値1.0（理論空燃比の当量比相当）に設定されている。また、両図における時刻 $t1$ は、劣化判定用の空燃比制御の実行開始時を示し、 $t2$ は、その後、待機時間 TM_KACTFD が経過した後の判定パラメータ LAF_DLYP の算出開始時期を示し、 $t3$ は、判定時間 TM_LOPRD の経過時を示す。さらに、時刻 $t1 \sim t3$ の時間では、 F/B 補正係数 KAF が値1.0に設定されている。

【0062】

まず、劣化判定用の空燃比制御の開始後（時刻 t_1 以降）、燃料反映係数 $K_{I\text{DDSM}}$ は、値 1.0 から振幅調整ゲイン F に相当する比較的大きな振幅で、+側および-側に矩形波状に変化する。これに対して、 LAF センサ 12 が正常である場合には、図 9 に示すように、 LAF センサ 12 の出力 $KACT$ は、上記燃料反映係数 $K_{I\text{DDSM}}$ に応じて比較的大きな振幅で変化する空燃比に対応するように、リーン側およびリッチ側に明確に波形状に変化している。また、 LAF センサ 12 の出力 $KACT$ をバンドパスフィルタ 35 でフィルタリングすることにより得られるフィルタリング値 $KACT_F$ は、所定の周波数 f_{id} 以外のノイズ成分が除去されることで、値 0 を中心に、+側および-側になめらかにかつ明確な波形状に変化している。また、その振幅は、時間の経過に伴ってより大きくなっている。このフィルタリング値 $KACT_F$ の振幅の絶対値である振幅絶対値 $KACT_FA$ は、フィルタリング値 $KACT_F$ と同様の傾向で、なめらかにかつ明確な大きな振幅で変化している。そして、この振幅絶対値 $KACT_FA$ の積算値である判定パラメータ LAF_DLYP は、時間の経過に伴い、比較的大きな割合で増加する。したがって、判定パラメータ LAF_DLYP が所定の判定値 LAF_DLYP_OK 以上のときに、 LAF センサ 12 が正常であると判定することができる。

【0063】

一方、 LAF センサ 12 が劣化している場合には、図 10 に示すように、劣化判定用の空燃比制御の開始後（時刻 t_1 以降）、燃料反映係数 $K_{I\text{DDSM}}$ に応じて空燃比を比較的大きな振幅で変化させても、 LAF センサ 12 が正常な場合と比較して、この空燃比の変化に対する LAF センサ 12 の出力 $KACT$ の変化が鈍く、明確な波形を示さない。このため、フィルタリング値 $KACT_F$ および振幅絶対値 $KACT_FA$ の振幅は、いずれも非常に小さい。その結果、判定パラメータ LAF_DLYP の増加度合も非常に小さい。したがって、判定パラメータ LAF_DLYP が判定値 LAF_DLYP_OK より小さいときに、 LAF センサ 12 が劣化していると判定することができる。

【0064】

以上のように、本実施形態によれば、劣化判定処理中において、前述したよう

な $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズムの特性を利用して算出した燃料反映係数 K_{IDDSM} により、燃料噴射時間 T_{OUT} を、予期しない空燃比の変動を生じる燃料噴射時間 T_{OUT} の変動幅よりも大きな振幅で変化させるので、この変動に起因するノイズによる LAF センサ12の出力 K_{ACT} への影響を抑制することができる。したがって、そのようなノイズの影響が抑制された状態で得られた LAF センサ12の出力 K_{ACT} に基づいて、その劣化を判定でき、それにより、劣化判定の精度を向上させることができる。また、劣化判定用の空燃比制御の開始時から、所定の待機時間 T_{M_KACTFD} が経過するのを待って、判定パラメータ LAF_DLYP の算出を開始するので、この判定パラメータ LAF_DLYP を用いた判定を、劣化判定用の空燃比制御により空燃比が確実に制御された後に得られた LAF センサ12の出力 K_{ACT} に基づいて行うことができ、したがって、この判定の精度をさらに向上させることができる。

【0065】

また、 LAF センサ12の出力 K_{ACT} を、判定用入力信号 I_{DSIN} の周波数である所定の周波数 f_{id} 域を通過させるようにフィルタリングした値として、フィルタリング値 K_{ACT_F} を算出し、このフィルタリング値 K_{ACT_F} に基づいて判定パラメータ LAF_DLYP を算出するので、フィルタリング前の LAF センサ12の出力 K_{ACT} 中に含まれるノイズを排除することができる。したがって、劣化判定の精度をさらに向上させることができる。さらに、判定パラメータ LAF_DLYP は、フィルタリング値 K_{ACT_F} に基づき、その振幅絶対値 K_{ACT_FA} の積算値として算出されるので、 LAF センサ12の出力 K_{ACT} に含まれるノイズの影響を排除でき、その結果、劣化判定の精度をさらに向上させることができる。

【0066】

また、劣化判定処理中に、所定のオフセット値 I_{DOFT} により、 LAF センサ12の出力 K_{ACT} が目標空燃比 K_{CMD} に近づくように、燃料噴射時間 T_{OUT} を算出するので、三元触媒7の浄化能力を良好な状態に維持することができる。したがって、排気ガス特性を良好に維持することができる。さらに、劣化判定中に、 F/B 補正係数 K_{AF} に応じて燃料噴射時間 T_{OUT} を算出することによ

り、LAFセンサ12の出力KACTに応じた空燃比のF/B制御を実行するので、LAFセンサ12の出力KACTを目標空燃比KCMDに常に近づけることができ、したがって、排気ガス特性をより良好に維持することができる。

【0067】

次に、本発明の第2実施形態について説明する。本実施形態は、上述した第1実施形態と比較して、劣化判定処理における最終的な判定手法のみが異なっている。具体的には、LAFセンサ12の劣化が、第1実施形態では、前述したように、振幅絶対値KACT__FAの積算値である判定パラメータLAF__DLYPを用いて判定されるのに対し、本実施形態では、振幅絶対値KACT__FAが所定のしきい値KACTREFを上回った回数に応じて判定される。図11は、本実施形態の劣化判定処理を示すフローチャートである。同図において、第1実施形態における劣化判定処理と同じ実行内容の部分については、同じステップ番号を用いて示している。また、同図から明らかなように、ステップ11以降の処理が異なっているので、以下、ステップ11以降の処理について、同図を参照しながら説明する。

【0068】

ステップ11の答がYESで、待機タイマのタイマ値TM__KFDが値0のときには、前記ステップ10で算出された振幅絶対値KACT__FAが、所定のしきい値KACTREF以上であるか否かを判別する（ステップ30）。

【0069】

この答がYESのときには、判定用カウンタのカウント値CNTをインクリメントし（ステップ31）、ステップ32に進む。一方、この答がNOで、KACT__FA<KACTREFのときには、ステップ31をスキップして、ステップ32に進む。

【0070】

このステップ32では、前記ステップ6でセットされた判定タイマのタイマ値TM__LOPが値0であるか否かを判別する。この答がNOのときには、前記ステップ7を実行し、LAFセンサ12の劣化を判定することなく、本プログラムを終了する。

【0071】

一方、ステップ32の答がYESのとき、すなわち、判定タイマのタイマ値TM_LOPが値0のときには、判定用カウンタのカウント値CNTが所定値CNTREF以上であるか否かを判別する（ステップ33）。この答がNOで、 $CNT < CNTREF$ のとき、すなわち、劣化判定用の空燃比制御の開始時から、所定の判定時間TM_LOPRDが経過するまでの間に、振幅絶対値KACT_FAが所定のしきい値KACTREF以上となった回数が、所定値CNTREFに達していないときには、LAFセンサ12が劣化しているとして、前記ステップ15を実行し、本プログラムを終了する。これに伴い、第1実施形態の場合と同様に、LAFセンサ12の劣化を示す警告ランプ20が点灯される。

【0072】

上記の場合に、LAFセンサ12が劣化していると判定するのは、次の理由による。すなわち、前述したように、フィルタリング値KACT_Fの振幅は、LAFセンサ12が正常な場合には、大きな値を示す一方、劣化している場合には、小さな値を示すので、その振幅絶対値KACT_FAもまた同じ傾向を示す。したがって、振幅絶対値KACT_FAが所定のしきい値KACTREFを上回った回数に基づいて、LAFセンサ12の劣化を判定することができる。

【0073】

一方、ステップ33の答がYESで、 $CNT \geq CNTREF$ のとき、すなわち振幅絶対値KACT_FAが所定のしきい値KACTREF以上となった回数が、所定値CNTREFに達したときには、LAFセンサ12が正常であるとして、前記ステップ16を実行し、本プログラムを終了する。

【0074】

以上のように、この第2実施形態によれば、フィルタリング値KACT_Fの振幅の絶対値である振幅絶対値KACT_FAが、所定のしきい値KACTREF以上となった回数が、所定値CNTREFに達したときにLAFセンサ12が正常であると判定するので、予期しない空燃比の変動に起因するノイズがLAFセンサ12の出力KACTに及ぼす影響を排除しながら、その劣化を判定でき、したがって、この判定を精度良く行うことができるなど、第1実施形態と同様の

効果を得ることができる。

【0075】

次に、図12を参照しながら、本発明の第3実施形態について説明する。本実施形態は、第1実施形態と比較して、DSMコントローラ33に代えて、SDMコントローラ51（変調出力生成手段）を用いる点のみが異なっている。このSDMコントローラ51は、 $\Sigma\Delta$ 変調アルゴリズムを応用した制御アルゴリズムにより、参照信号IDSINに基づいて、燃料反映係数KIDDSMを算出するものである。

【0076】

すなわち、同図に示すように、このSDMコントローラ51では、参照信号 $r(k)$ として、判定用入力信号IDSINが入力される。次に、積分器51aにより、参照信号積分値 $\sigma_r(k)$ が、遅延素子51bで遅延された参照信号積分値 $\sigma_r(k-1)$ と参照信号 $r(k)$ の和の信号として生成される。一方、積分器51cにより、SDM出力積分値 $\sigma_{u_s}(k)$ が、遅延素子51dで遅延されたSDM出力積分値 $\sigma_{u_s}(k-1)$ と、遅延素子51eで遅延されたSDM出力 $u_s(k-1)$ との和の信号として生成される。そして、差分器51fにより、参照信号積分値 $\sigma_r(k)$ とSDM出力積分値 $\sigma_{u_s}(k)$ との偏差信号 $\delta(k)$ が生成される。

【0077】

次いで、量子化器51g（符号関数）により、SDM出力 $u_s(k)$ （変調出力）が、上記の偏差信号 $\delta(k)$ を符号化した値として生成される。そして、増幅器51hにより、増幅SDM出力IDDSM(k)が、SDM出力 $u_s(k)$ を振幅調整ゲインFで増幅した値として生成され、次に、加算器51iにより、この増幅SDM出力IDDSM(k)に所定のオフセット値IDOF Tを加算した値として、燃料反映係数KIDDSM(k)が生成される。

【0078】

以上のSDMコントローラ51の制御アルゴリズムは、以下の式(10)～(15)により表される。

$$\sigma_r(k) = \sigma_r(k-1) + r(k) \quad \cdots \cdots (10)$$

$$\sigma u_S(k) = \sigma u_S(k-1) + u_S(k-1) \quad \cdots \cdots (11)$$

$$\delta(k) = \sigma r(k) - \sigma u_S(k) \quad \cdots \cdots (12)$$

$$u_S(k) = \text{sgn}(\delta(k)) \quad \cdots \cdots (13)$$

$$IDDSM(k) = F \cdot u_S(k) \quad \cdots \cdots (14)$$

$$KIDDSM(k) = IDOFT + IDDSM(k) \quad \cdots \cdots (15)$$

ここで、振幅調整ゲイン F の値は所定値（例えば $0.1 A/F$ ）に設定される。また、所定のオフセット値 $IDOFT$ の値は、上記燃料反映係数 $KIDDSM$ に応じて算出された燃料噴射時間 $TOUT$ を用いて空燃比を制御したときに、 LA センサ 12 の出力 $KACT$ が目標空燃比 $KCMD$ に近づくように、実験により設定される。さらに、符号関数 $\text{sgn}(\sigma(k))$ の値は、 $\sigma(k) \geq 0$ のときに $\text{sgn}(\sigma(k)) = 1$ に、 $\sigma(k) < 0$ のときに $\text{sgn}(\sigma(k)) = -1$ に設定される。なお、 $\sigma(k) = 0$ のときに、 $\text{sgn}(\sigma(k)) = 0$ に設定してもよい。

【0079】

以上の SDM コントローラ 51 の制御アルゴリズムすなわち $\Sigma\Delta$ 変調アルゴリズムの特性は、 $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズムと同様に、 SDM 出力 $u_S(k)$ を制御対象に入力した際、参照信号 $r(k)$ が制御対象の出力に再現されるような値として、 SDM 出力 $u_S(k)$ を生成できるという点にある。すなわち、 SDM コントローラ 51 は、前述した DSM コントローラ 33 と同様の燃料反映係数 $KIDDSM$ を生成できるという特性を備えている。したがって、本実施形態によれば、第 1 実施形態と同様の効果を得ることができる。なお、 SDM コントローラ 51 による燃料反映係数 $KIDDSM$ の算出は、図示しないが、 DSM コントローラ 33 の場合とほぼ同様に行われる。

【0080】

次に、図 13 を参照しながら、本発明の第 4 実施形態について説明する。本実施形態は、第 1 実施形態と比較して、 DSM コントローラ 33 に代えて、 DM コントローラ 61（変調出力生成手段）を用いる点のみが異なっている。この DM コントローラ 61 は、 Δ 変調アルゴリズムを応用した制御アルゴリズムにより、参照信号 $ID SIN$ に基づいて、燃料反映係数 $KIDDSM$ を算出するものであ

る。

【0081】

すなわち、同図に示すように、このDMコントローラ61では、参照信号 $r(k)$ として、判定用入力信号IDSINが入力される。また、積分器61aにより、DM出力積分値 $\sigma u_d(k)$ が、遅延素子61bで遅延されたDM出力積分値 $\sigma u_d(k-1)$ と、遅延素子61cで遅延されたDM出力 $u_d(k-1)$ との和の信号として生成される。そして、差分器61dにより、参照信号 $r(k)$ とDM出力積分値 $\sigma u_d(k)$ との偏差信号 $\delta(k)$ が生成される。

【0082】

次いで、量子化器61e（符号関数）により、DM出力 $u_d(k)$ （変調出力）が、この偏差信号 $\delta(k)$ を符号化した値として生成される。そして、増幅器61fにより、増幅DM出力IDDSM(k)が、DM出力 $u_d(k)$ を振幅調整ゲインFで増幅した値として生成され、次に、加算器61gにより、この増幅DM出力IDDSM(k)に所定のオフセット値IDOFTを加算した値として、燃料反映係数KIDDSM(k)が生成される。

【0083】

以上のDMコントローラ61の制御アルゴリズムは、以下の式(16)～(20)により表される。

$$\sigma u_d(k) = \sigma u_d(k-1) + u_d(k-1) \quad \cdots (16)$$

$$\delta(k) = r(k) - \sigma u_d(k) \quad \cdots (17)$$

$$u_d(k) = \text{sgn}(\delta(k)) \quad \cdots (18)$$

$$\text{IDDSM}(k) = F \cdot u_d(k) \quad \cdots (19)$$

$$\text{KIDDSM}(k) = \text{IDOFT} + \text{IDDSM}(k) \quad \cdots (20)$$

ここで、振幅調整ゲインFの値は所定値（例えば $0.1A/F$ ）に設定される。また、所定のオフセット値IDOFTの値は、上記燃料反映係数KIDDSMに応じて算出された燃料噴射時間TOUTを用いて空燃比の制御を実行したときに、LAFセンサ12の出力KACTが目標空燃比KCMDに近づくように、実験により設定される。さらに、符号関数 $\text{sgn}(\sigma(k))$ の値は、 $\sigma(k) \geq 0$ のときに $\text{sgn}(\sigma(k)) = 1$ に、 $\sigma(k) < 0$ のときに $\text{sgn}(\sigma(k)) = -1$ とする。

) = -1 に設定される。なお、 $\sigma(k) = 0$ のときに、 $\text{sgn}(\sigma(k)) = 0$ に設定してもよい。

【0084】

以上のDMコントローラ61の制御アルゴリズムすなわち Δ 変調アルゴリズムの特性は、 $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズムと同様に、DM出力 $u_d(k)$ を制御対象に入力した際、参照信号 $r(k)$ が制御対象の出力に再現されるような値として、DM出力 $u_d(k)$ を生成できるという点にある。すなわち、DMコントローラ61は、前述したDSMコントローラ33およびSDMコントローラ51と同様の燃料反映係数 K_{IDDSM} を生成できるという特性を備えている。したがって、本実施形態によれば、第1実施形態と同様の効果を得ることができる。なお、DMコントローラ61による燃料反映係数 K_{IDDSM} の算出は、図示しないが、DSMコントローラ33の場合とほぼ同様に行われる。

【0085】

なお、本発明は、説明した実施形態に限定されることなく、種々の態様で実施することができる。例えば、本実施形態では、LAFセンサ12の劣化を判定したが、排気ガス中の酸素濃度を表す検出信号を出力する他のタイプのセンサ、例えば、理論空燃比の前後において出力が急激に変化する特性を有する酸素濃度センサ、排気ガス中の NO_x 濃度を検出する NO_x センサ、および排気ガス中のHC濃度を検出するHCセンサなどの劣化を、判定してもよい。また、判定用入力信号生成部30および劣化判定部31を、実施形態のプログラムによるソフト的な処理によらずに、電気回路で構成してもよい。さらに、実施形態では、LAFセンサ12が触媒装置7の上流側に取り付けられているが、LAFセンサ12の取り付け位置は、これに限らず、触媒装置7の下流側でもよいことはいうまでもない。その他、本発明の趣旨の範囲内で、細部の構成を適宜、変更することが可能である。

【0086】

【発明の効果】

以上のように、本発明の排ガスセンサの劣化判定装置によれば、空燃比制御中の予期しない空燃比の変動が生じたときでも、この変動に起因するノイズによる

排ガスセンサの出力への影響を抑制しながら、排ガスセンサの劣化を判定することができ、それにより、この判定の精度を向上させることができるなどの効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の劣化判定装置およびこれを適用した L A F センサを備える内燃機関の概略図である。

【図 2】

劣化判定装置の判定用入力信号生成部、燃料噴射量生成部および劣化判定部の構成を示すブロック図である。

【図 3】

バンドパスフィルタのゲイン特性および位相特性を示す図である。

【図 4】

$\Delta \Sigma$ 変調を実行するコントローラおよびこれを備えた制御系の構成を示すブロック図である。

【図 5】

図 4 の制御系の制御結果の一例を示すタイミングチャートである。

【図 6】

D S M コントローラの構成を示すブロック図である。

【図 7】

劣化判定処理を示すフローチャートである。

【図 8】

図 7 のステップ 8 の K I D D S M 算出処理のサブルーチンを示すフローチャートである。

【図 9】

L A F センサが正常であるときの劣化判定処理の動作例を示す図である。

【図 10】

L A F センサが劣化しているときの劣化判定処理の動作例を示す図である。

【図 11】

本発明の第2実施形態による劣化判定装置の劣化判定処理を示すフローチャートである。

【図12】

本発明の第3実施形態のSDMコントローラの構成を示すブロック図である。

【図13】

本発明の第4実施形態のDMコントローラの構成を示すブロック図である。

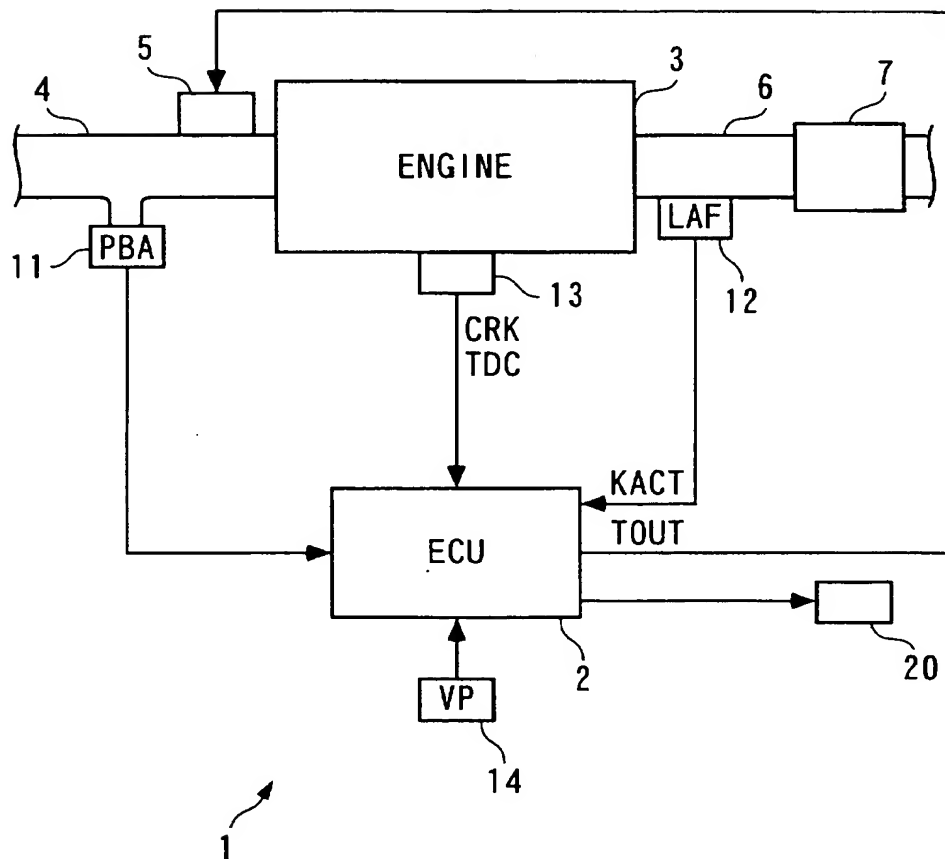
【符号の説明】

- 1 劣化判定装置
- 2 ECU (判定用入力生成手段、変調出力生成手段、
制御手段、劣化判定手段、バンドパスフィルタ、
積算値生成手段、補正手段)
- 3 エンジン
- 6 排気管 (排気通路)
- 12 LAFセンサ (排ガスセンサ)
- 32 ファンクションジェネレータ (判定用入力生成手段)
- 33 DSMコントローラ (変調出力生成手段)
- 51 SDMコントローラ (変調出力生成手段)
- 61 DMコントローラ (変調出力生成手段)
- 38 判定器 (劣化判定手段)
- 35 バンドパスフィルタ
- 37 積分器 (積算値生成手段)
- 34 F/B補償器 (補正手段)
- KACT LAFセンサ12の出力 (排ガスセンサの出力)
- IDSIN 判定用入力信号 (判定用入力)
- $u(k)$ DSM出力 (変調出力)
- DSMSGNS(k) DSM出力 (変調出力)
- $u_s(k)$ SDM出力 (変調出力)
- $u_d(k)$ DM出力 (変調出力)
- TOUT 燃料噴射時間 (燃料噴射量)

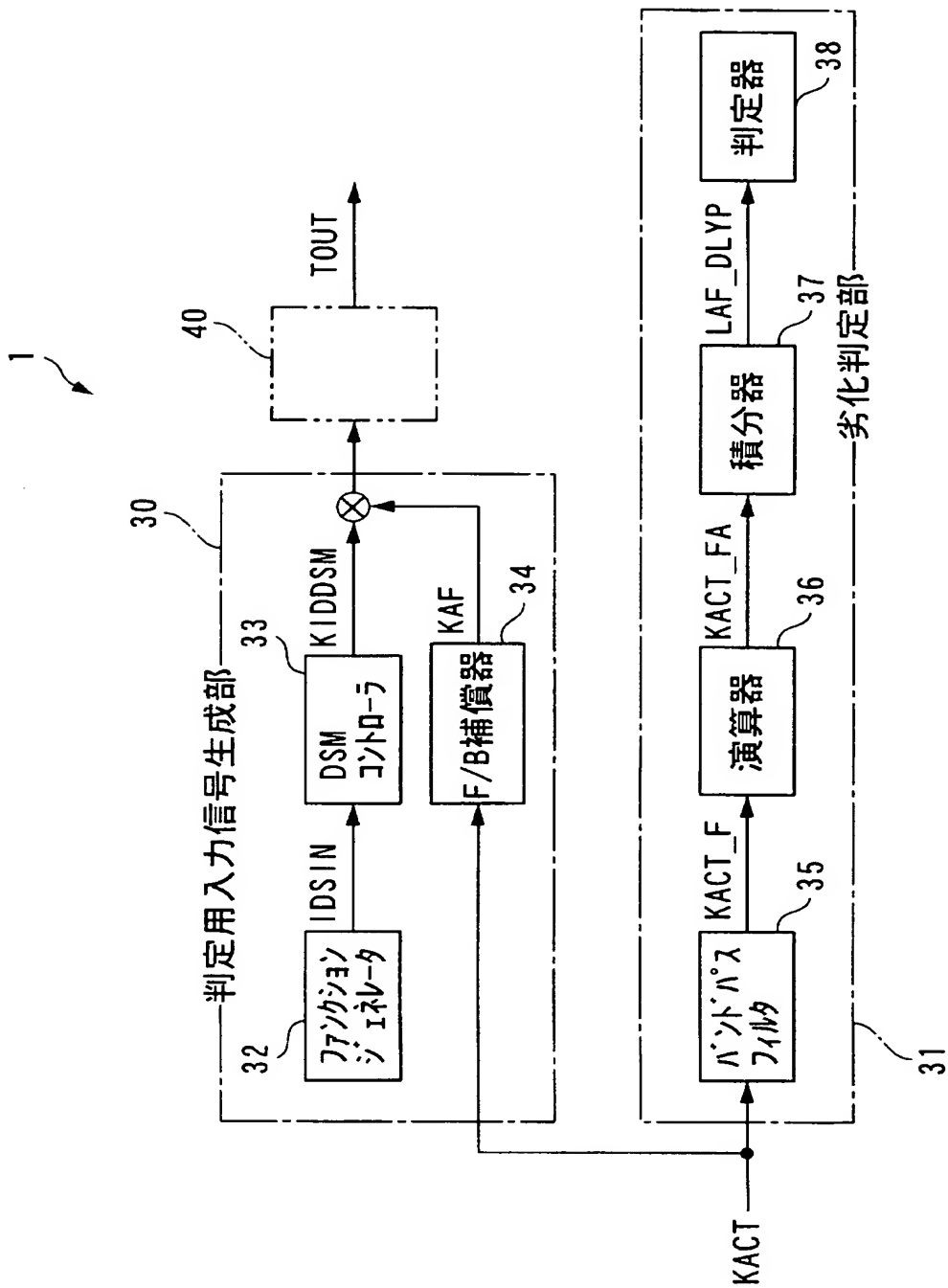
f i d 所定の周波数（判定用入力の周波数）
K A C T _ F フィルタリング値（フィルタリングされた排ガスセンサ
の出力）
T M _ K A C T F D 所定の待機時間（所定時間）
K A C T _ F A 振幅絶対値（排ガスセンサの出力の振幅の変化状態）
L A F _ D L Y P 判定パラメータ（積算値）
I D O F T 所定のオフセット値（所定値）

【書類名】 図面

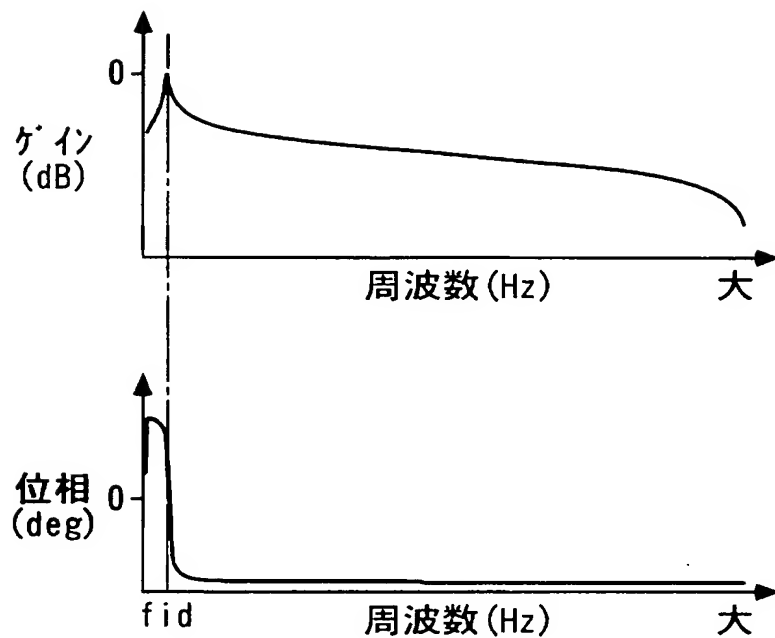
【図 1】



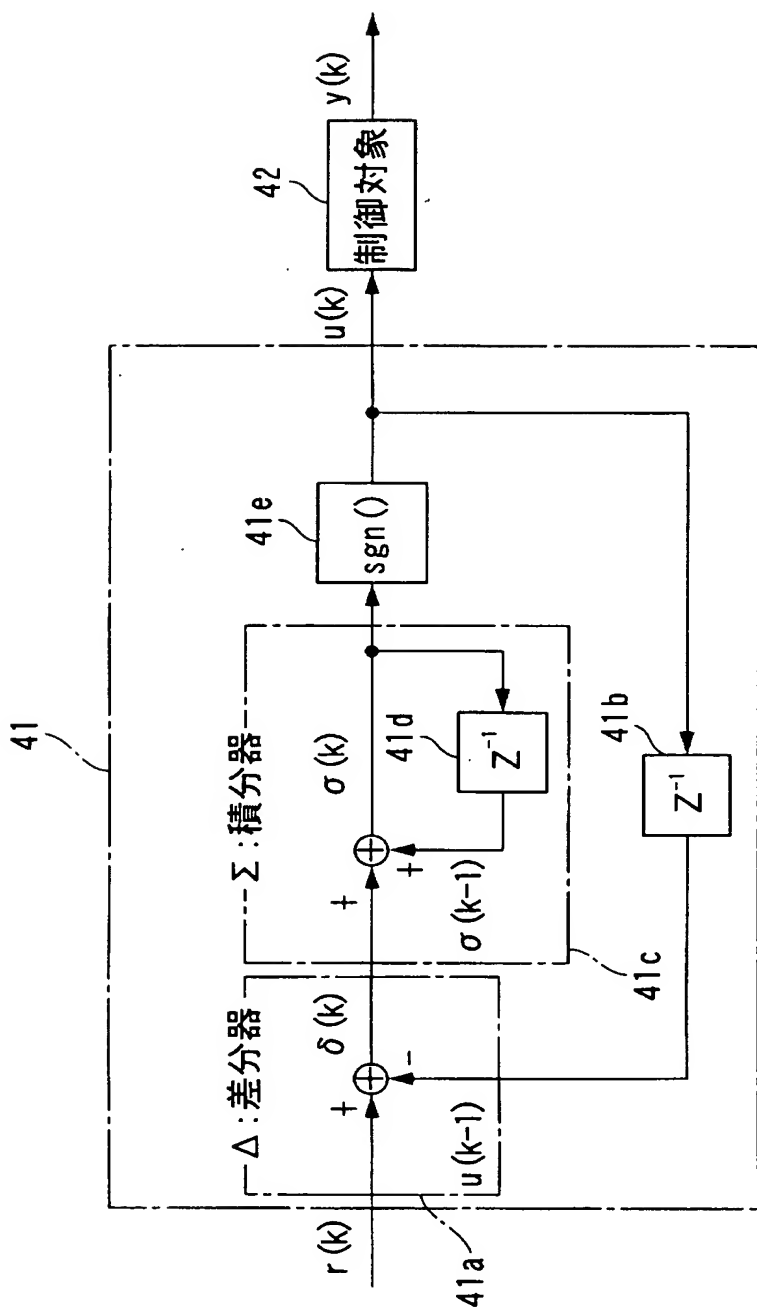
【図 2】



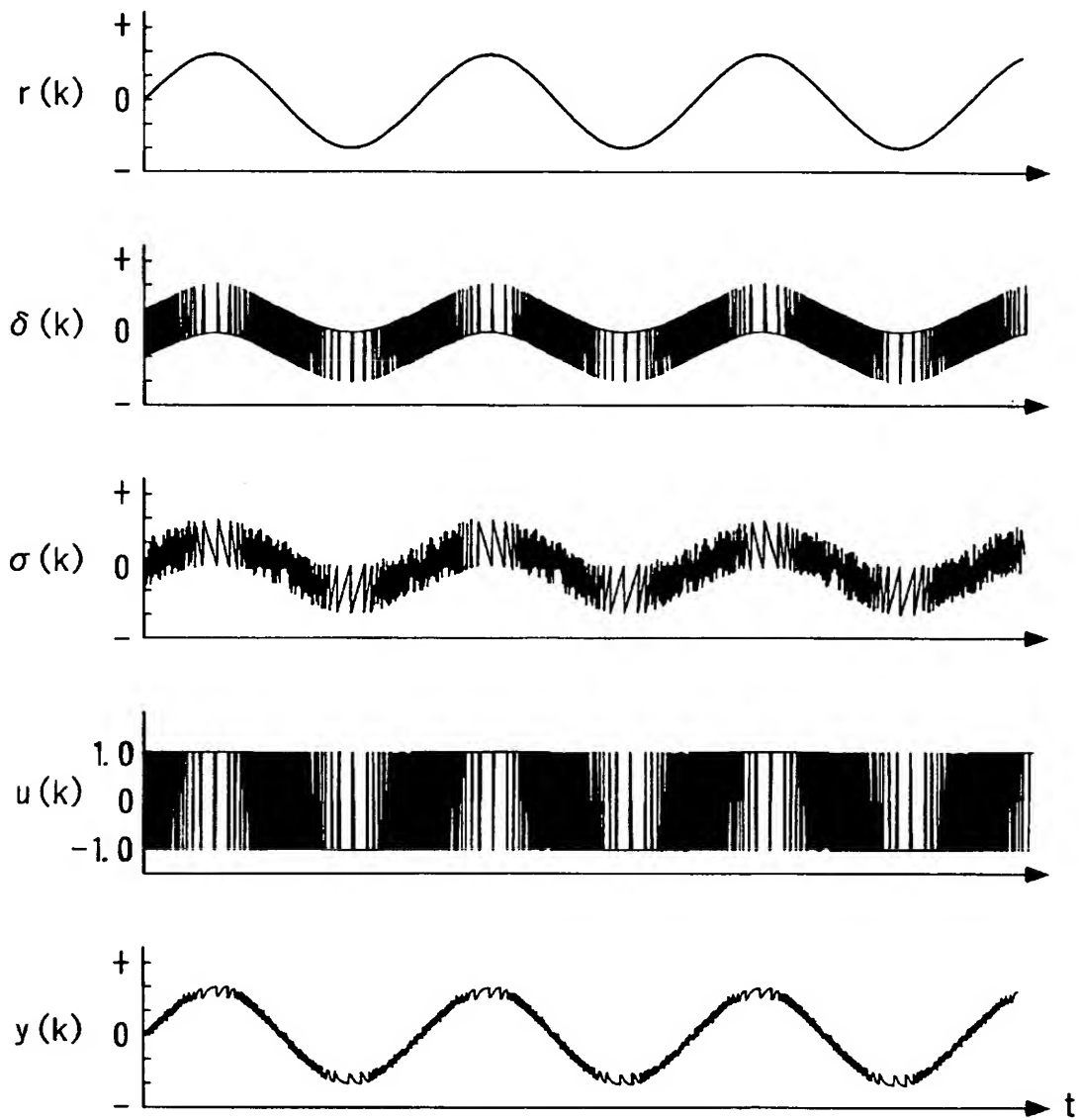
【図 3】



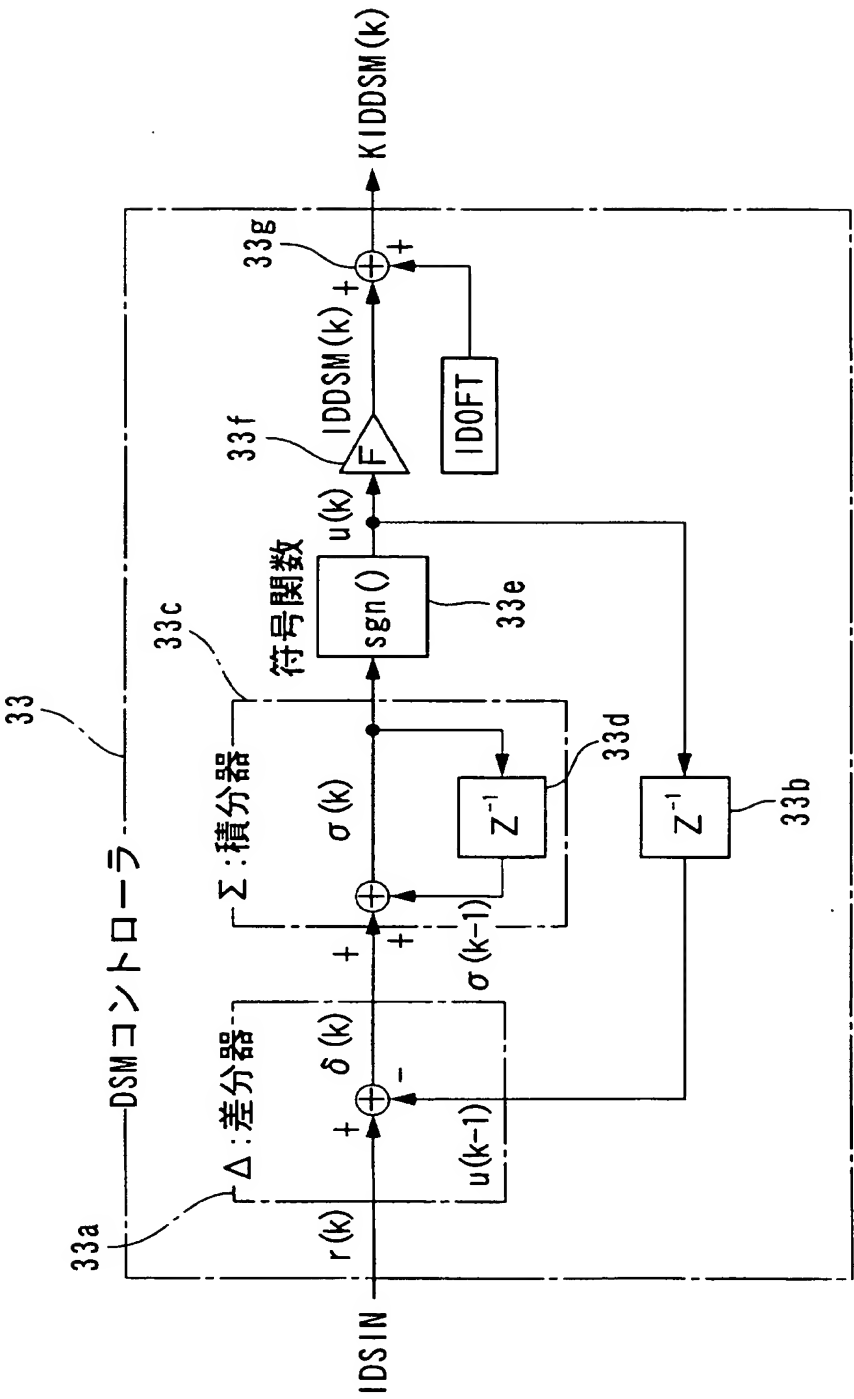
【図 4】



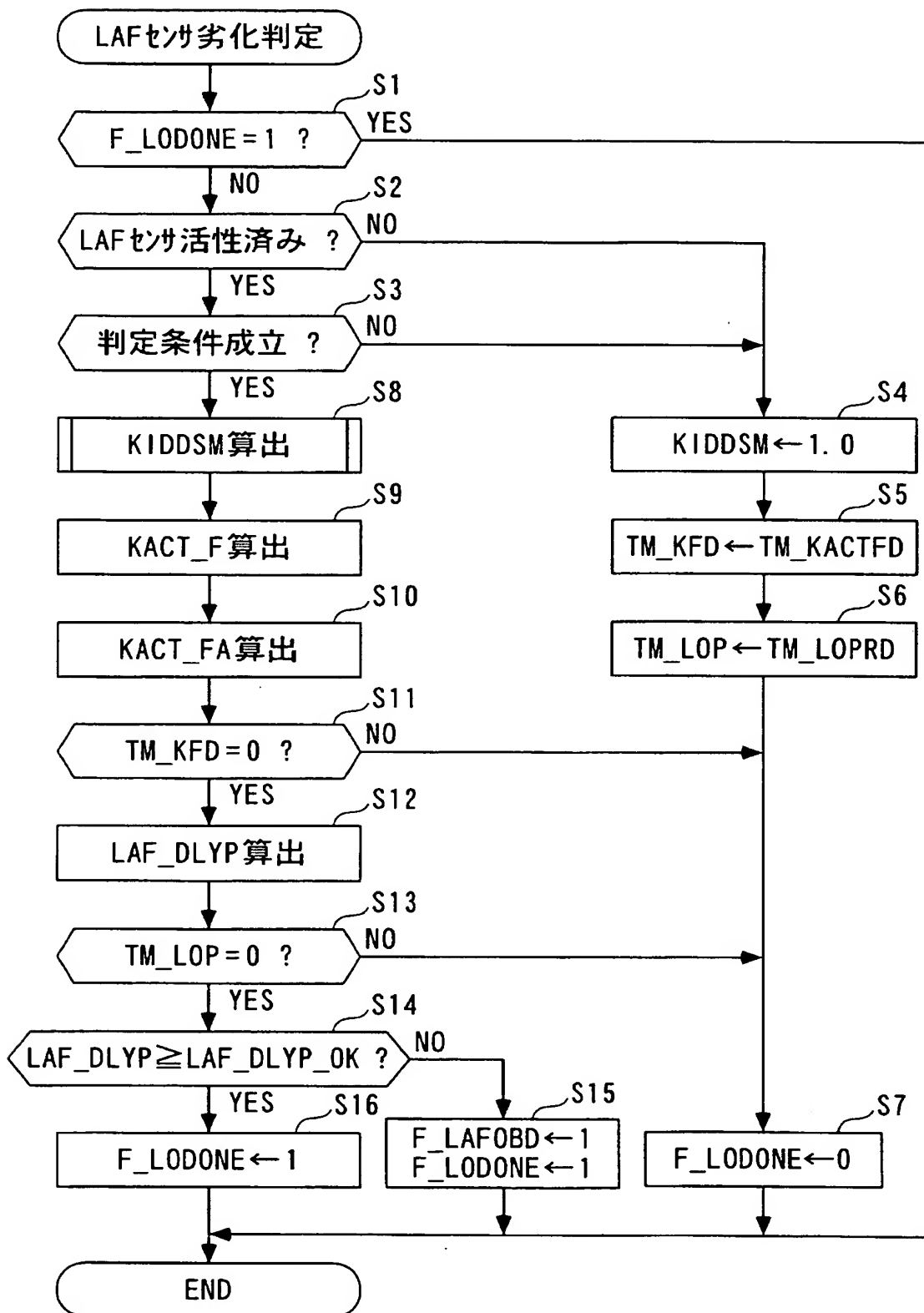
【図 5】



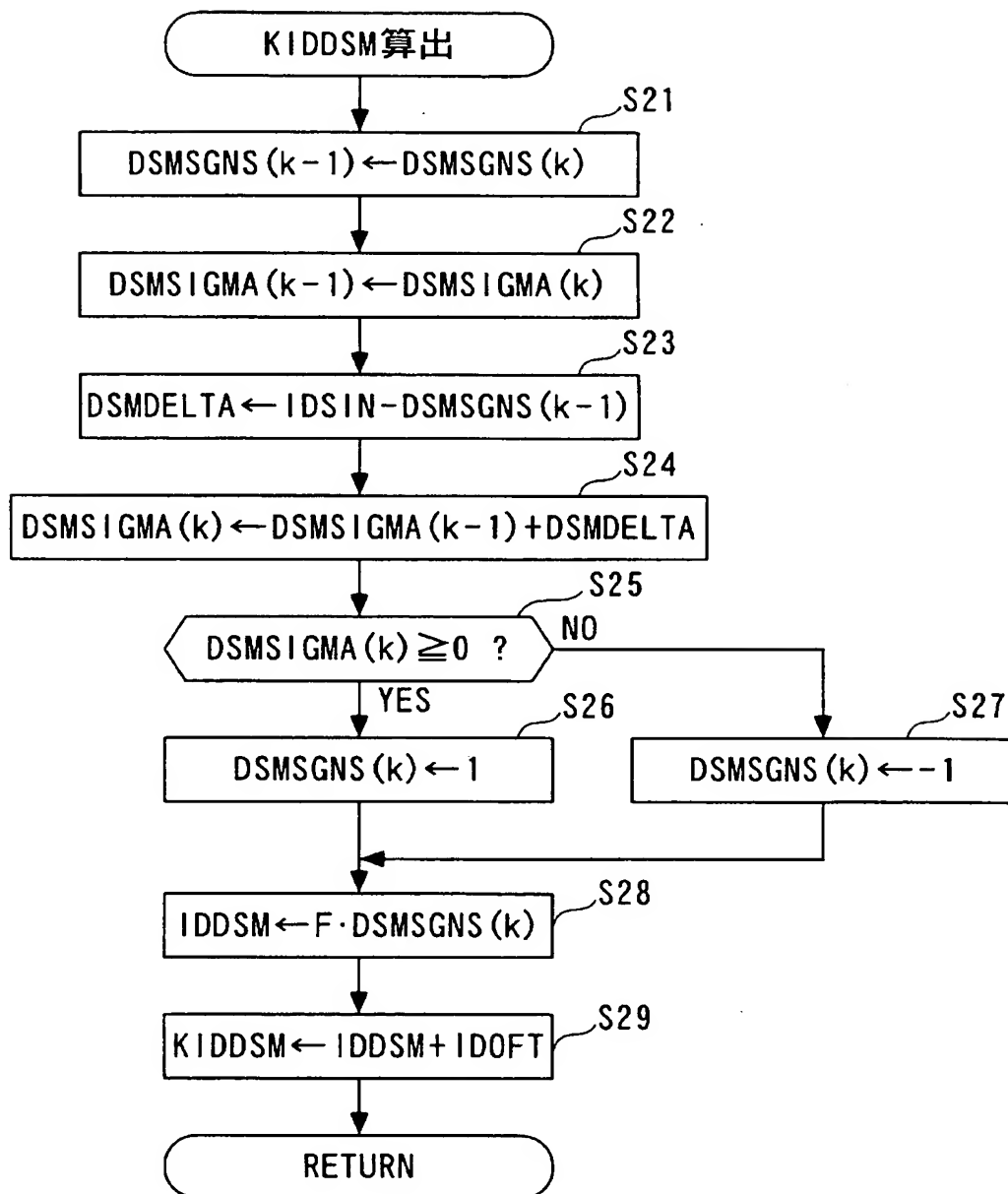
【図 6】



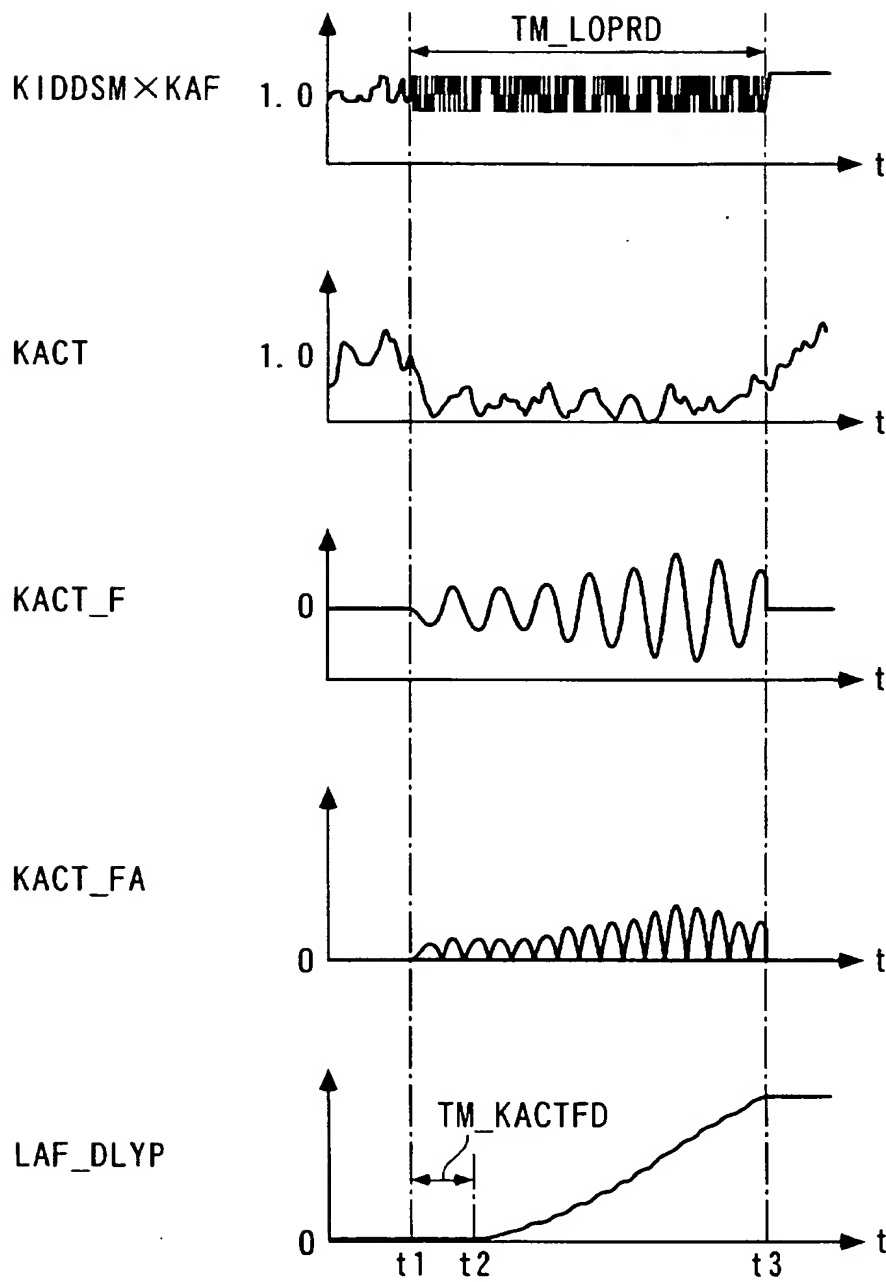
【図 7】



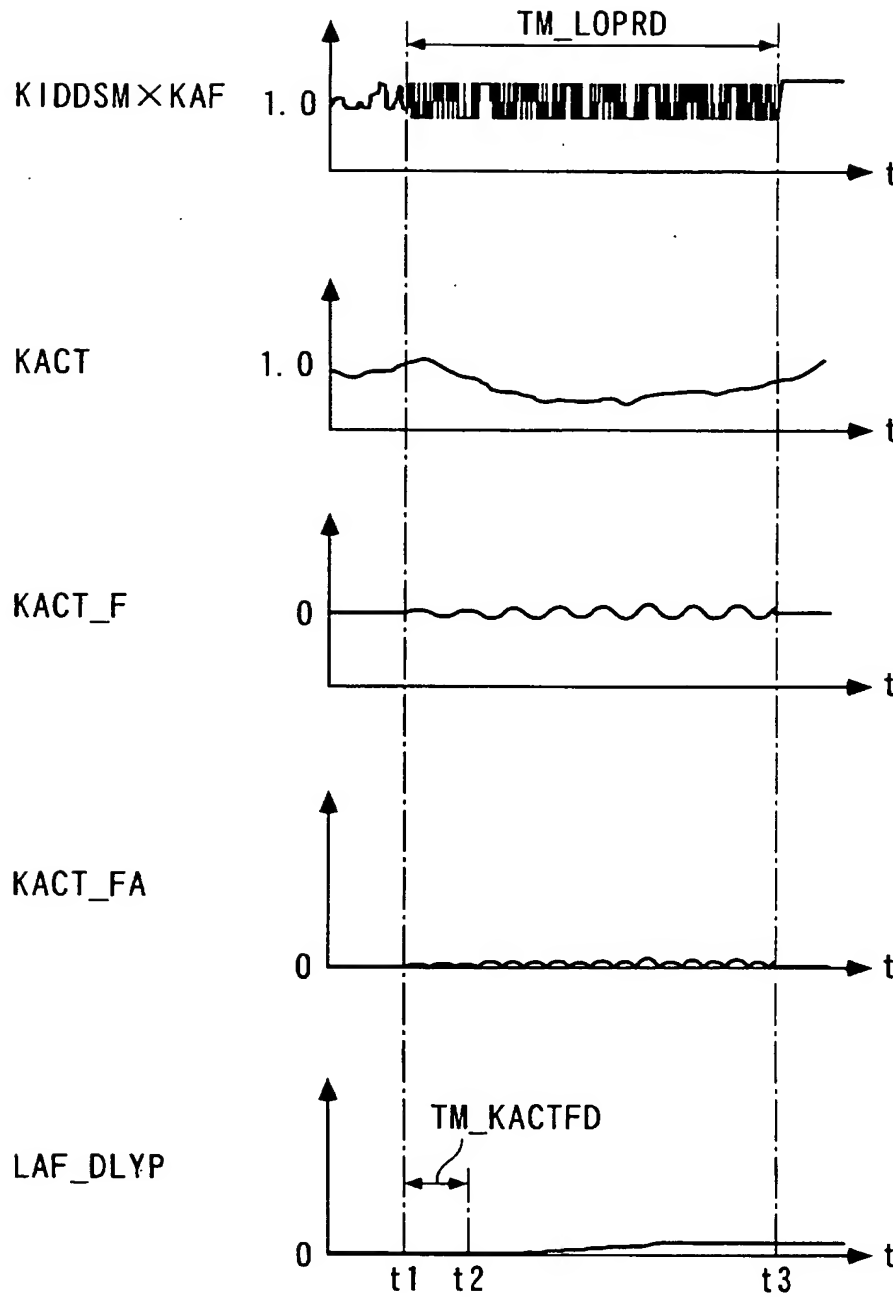
【図 8】



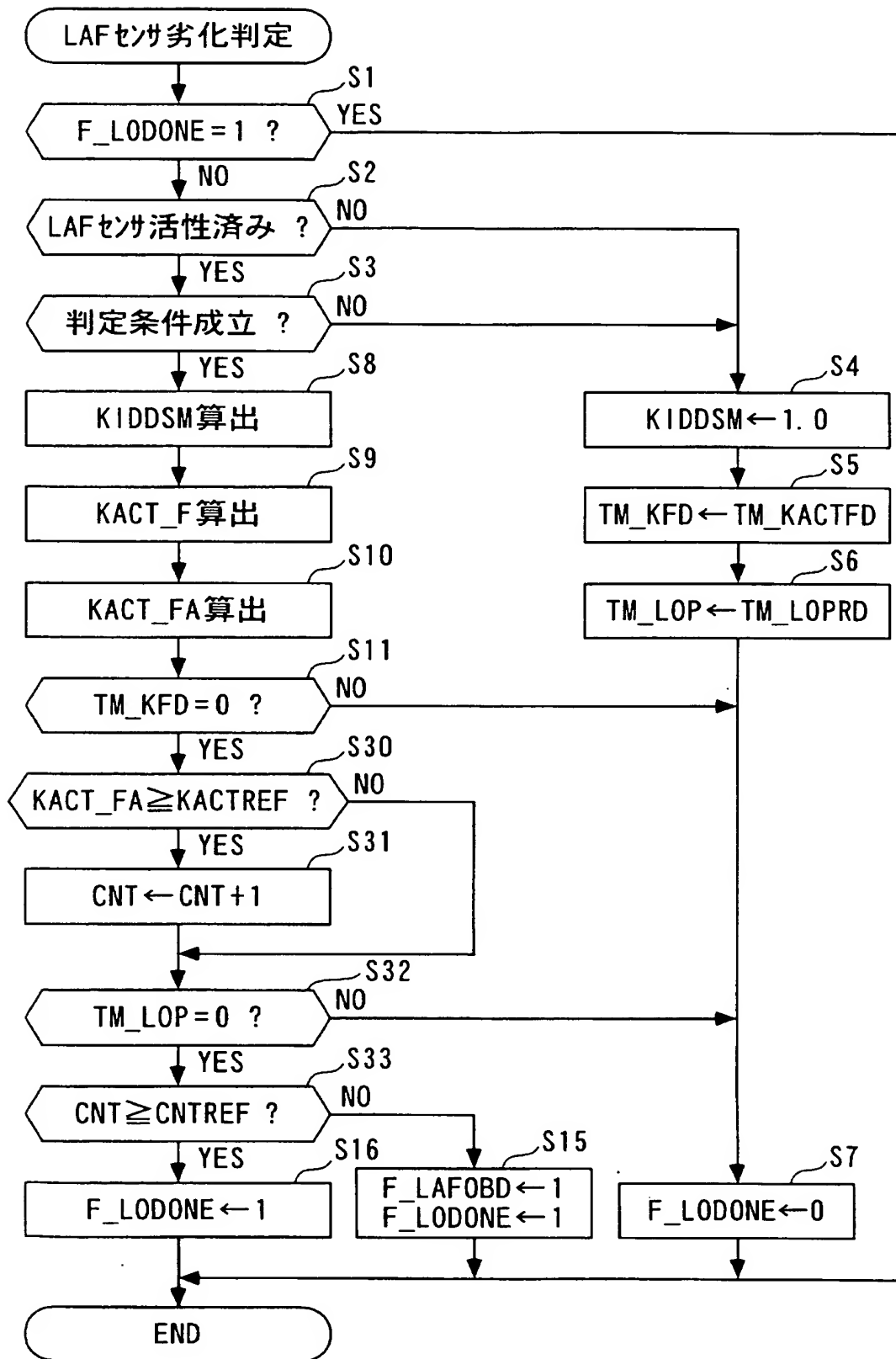
【図 9】



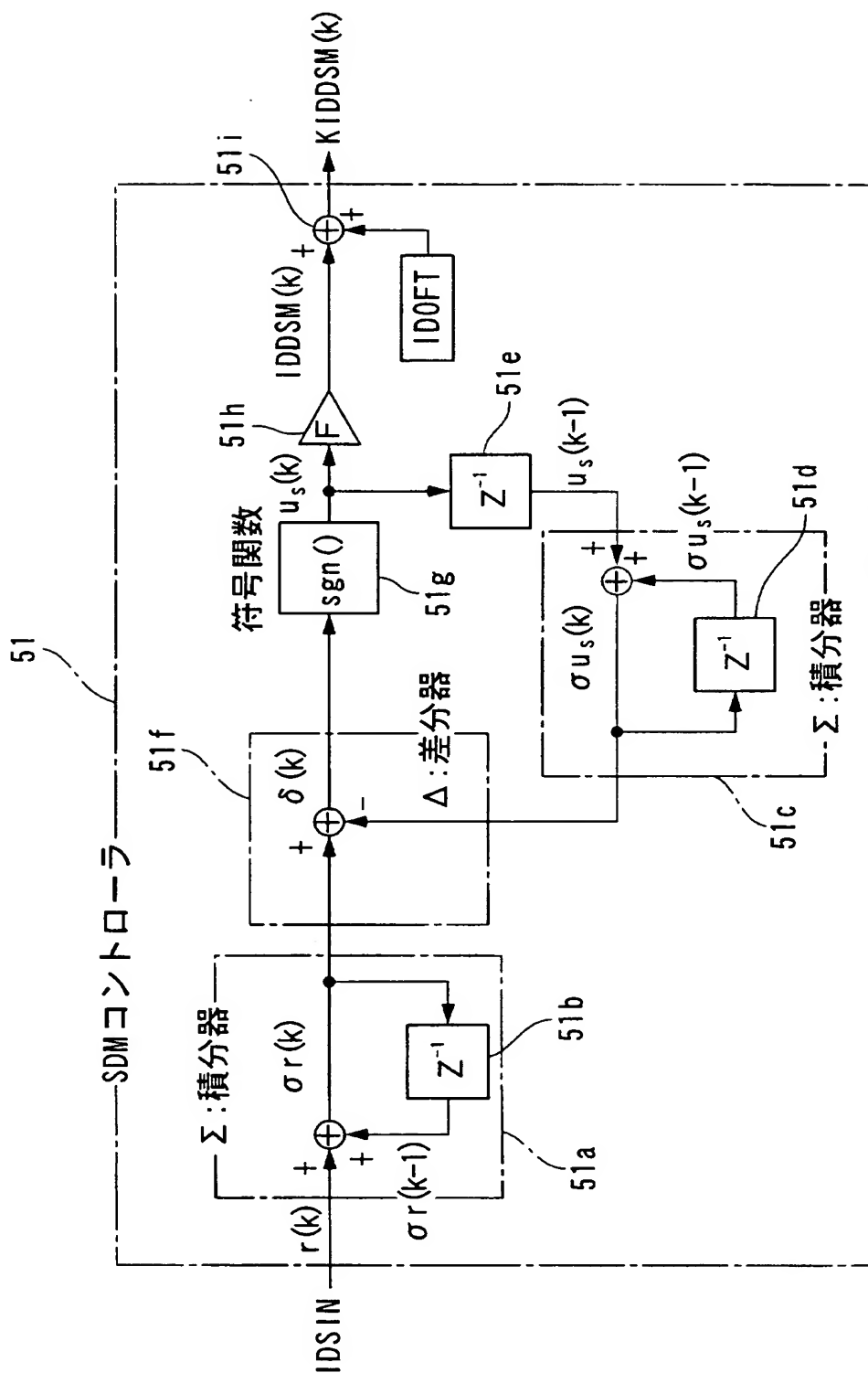
【図 10】



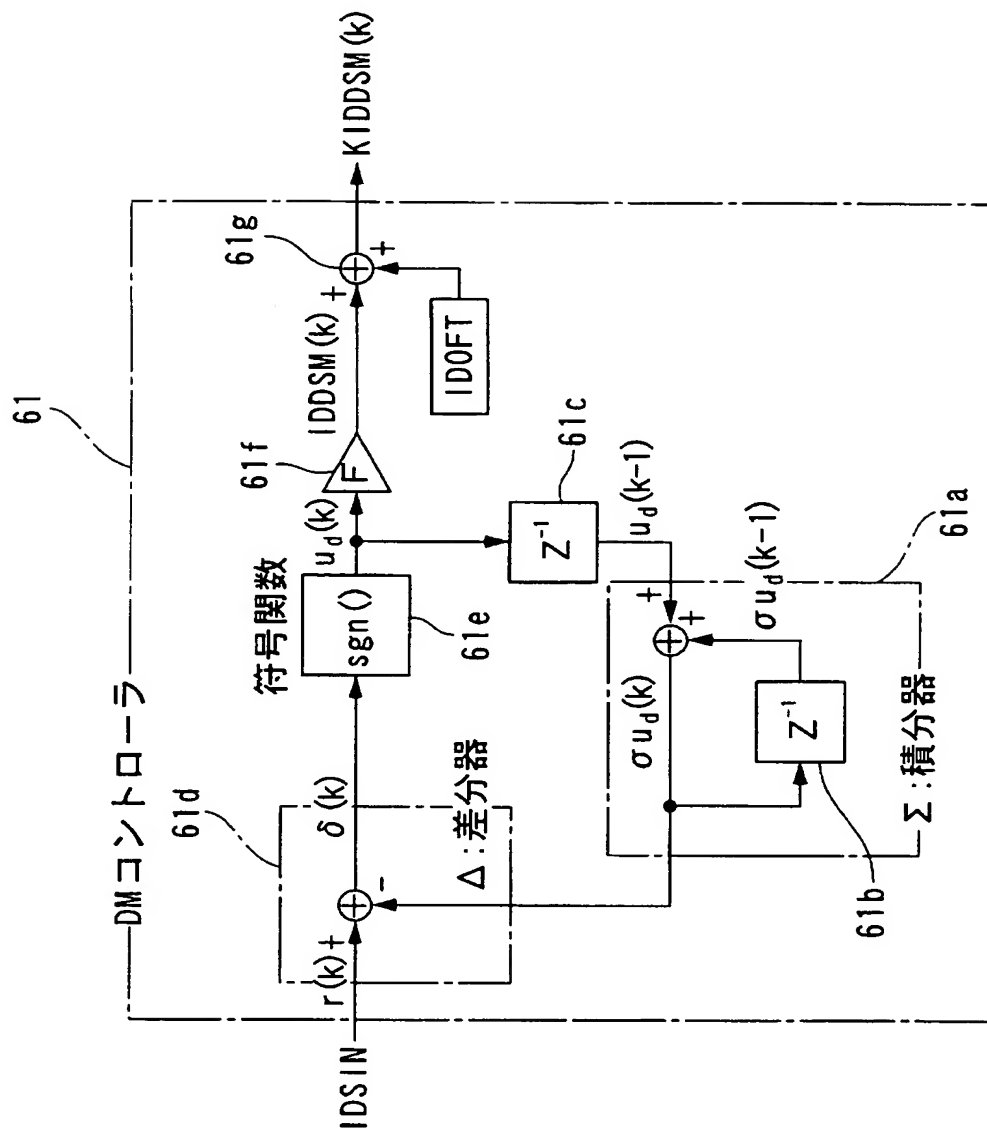
【図11】



【図 12】



【図 13】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 空燃比制御中の予期しない空燃比の変動が生じたときでも、この変動に起因するノイズによる排ガスセンサの出力への影響を抑制しながら、排ガスセンサの劣化を判定することができ、それにより、この判定の精度を向上させることができる排ガスセンサの劣化判定装置を提供する。

【解決手段】 排気ガス中の所定の成分の量を表す検出信号を出力する排ガスセンサ 12 の劣化を判定する排ガスセンサの劣化判定装置 1 であって、劣化判定のための判定用入力信号 $IDSIN$ を生成し、この判定用入力信号 $IDSIN$ を $\Delta\Sigma$ 変調アルゴリズム、 $\Sigma\Delta$ 変調アルゴリズムおよび Δ 変調アルゴリズムのいずれか 1 つに基づいて変調することで生成した変調出力 $u(k)$ 、 $DSMSGNS(k)$ 、 $u_s(k)$ 、 $u_d(k)$ に応じて、燃料噴射量 $TOUT$ が制御されているときの排ガスセンサの出力 $KACT$ に基づいて、排ガスセンサ 12 の劣化を判定する劣化判定手段 2、38 と、を備える。

【選択図】 図 7

特願 2 0 0 2 - 3 2 5 6 0 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 5 3 2 6]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 9 月 6 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号

氏 名

本田技研工業株式会社